

**LASKEUMATUTKIMUS TIELIIKENTEEEN  
VAIKUTUSALUEELLA  
TALVI 1981-1982**

TIE- JA VESIRAKENNUSHALLITUS  
KÄYTTÖOSASTON LIIKENNETOIMISTO  
INSINÖÖRITOIMISTO PAAVO RISTOLA OY

TVH 741927

HELSINKI 1983

08

TIE-





LASKEUMATUTKIMUS TIELIIKENTEEEN VAIKUTUSALUEELLA  
TALVI 1981 - 1982

TIE- JA VESIRAKENNUSHALLITUS  
KÄYTTÖOSASTON LIIKENNETOIMISTO

INSINÖÖRITOIMISTO PAAVO RISTOLA OY

HELSINKI 1983

ISBN-951-46-5588-5

#### ALKULAUSE

Insinööritoimisto Paavo Ristola Oy on tehnyt tieliikenteen ilman kautta aiheuttamaa ympäristökuormitusta koskevan laskeumatutkimuksen tie- ja vesirakennushallituksen käyttöosaston liikennetoimiston toimeksiannosta. Tilaajan yhdysmiehenä on toiminut DI Teuvo Puttonen, jota on avustanut DI Seppo Sarjamo. Konsultin puolelta työstä on vastannut DI Matti Ettala.



## SISÄLLYSLUETTELO

### TIIVISTELMÄ

	Sivu
1. TUTKIMUKSEN TAUSTA	1
1.1 Lainsäädäntö	1
1.2 Viranomaismääräykset ja ohjeet	1
1.3 Aiemmat tutkimukset	3
1.4 Ympäristökuormituksen arviointivaikeudet	7
2. TUTKIMUKSEN TAVOITTEET	7
3. TUTKIMUKSEN RAJAUS	8
3.1 Tutkimusmenetelmän valinta	8
3.2 Havaintopaikkamuuttujat	9
3.3 Havaintoalueiden valinta	9
3.4 Havaintopaikkojen valinta	10
3.5 Määritysten valinta	12
3.6 Käytetyt merkinnät ja käsitteet	13
4. TUTKIMUKSEN SUORITUS	14
4.1 Näytteenotto	14
4.2 Näytteiden säilöntä	14
4.3 Näytteiden analysointi	14
4.4 Tulosten käsittely	14
5. TULOSTEN TARKASTELU	16
5.1 Tausta-arvot	16
5.2 pH	16
5.3 Sähkönjohtavuus	17
5.4 Kloridi	17
5.5 Sulfaatti	18
5.6 Kokonaistyyppi	18
5.7 Lyijy	18
5.8 Kadmium	21

	Sivu
5.9 Polysykliset aromaattiset hiilivedyt (PAH)	22
5.10 Havaintopaikkamuuttujien vaikutus	22
5.11 Tulosten edustavuus	23
6. JOHTOPÄÄTÖKSET	24
KUVALUETTELO	26
TAULUKKOLUETTELO	26
KARTTALUETTELO	26
LIITELUETTELO	27
LÄHDELUETTELO	29
KARTTA	
LIITTEET	

## TIIVISTELMÄ

Lainsäädännön uudistuminen ja ympäristönsuojelunäkökohtien korostuminen ovat lähtökohta tieliikenteen ympäristöhaittojen seurannalle. Talvella 1981-1982 suoritetun laskeumatutkimuksen ensisijaisena tavoitteena oli määrätä tieliikenteen ilman kautta aiheuttaman ympäristökuormituksen riippuvuus liikennemäärästä ja etäisyydestä tiestä. Lisäksi pyrittiin selvittämään maasto-olosuhteiden ja tienvarsikasvillisuuden vaikutusta ympäristökuormituksen suuruuteen ja leviämiseen.

Asetettujen tavoitteiden perusteella tutkimusmenetelmäksi valittiin lumen analysointiin perustuva laskeumatutkimus. Havaintopaikkojen tarkan sijainnin määrittämiseksi otettiin 15 ennakkonäytettä. Varsinaisia havaintoja tehtiin 390 kpl viidellä liikennemäärältään erilaisella tieosuudella. Laskeuma-arvot määritettiin linjoittain 10, 50, 100, 200, 300 ja 500 metrin päässä tiestä. Näytteistä määritettiin pH, sähkönjohtavuus, kloridi, sulfaatti, kokonaistyppeä, lyijy, kadmium ja polysykliset aromaattiset hiilivedyt (PAH), joista kaksi jälkimmäistä pistokoeluontoisesti.

Laskeumatulokset esitettiin linjoittain matemaattisesti etäisyyden funktiona kuvaajaltaan laskevia yhtälöitä käyttäen. Kokonaistyppeä sekä pienen havaintojoukon vuoksi kadmiumia ja PAH-yhdisteitä lukuunottamatta todetut laskeuma-arvot toteuttivat em. yhtälöt tilastollisesti merkitsevästi. Tulosten perusteella voitiin esittää liikennemäärän, lyijylaskeuman ja etäisyyden välinen käyräparvi, kun tieosuus on avoin ja tasainen. Maasto-olosuhteiden ja tienvarsikasvillisuuden vaikutusta ympäristökuormitukseen ei voitu pienen havaintojoukon vuoksi esittää vastaavalla tavalla käyräparvena liikennemäärän suhteen.



Tausta-arvot vaihtelivat merkittävästi havaintoalueen sijainnista riippuen. Keimolan ja Klaukkalan arvot olivat johdonmukaisesti suurimmat ja Järvelän tulokset jokaisen määrityksen suhteen tutkimuksen alhaisimmat. Tämän vuoksi ympäristökuormitusta arvioitaessa liikennemäärän ohella on otettava huomioon tien sijainti ja muut kuormituslähteet. Tämä on otettava huomioon myös tienvarsiviljelyä koskevia ohjeita sovellettaessa.

Lumen lyijypitoisuus oli 33 näytteessä talousvedelle lääkin-  
töhallituksen asettamaa sallittua enimmäispitoisuutta suurempi. PAH-yhdisteiden osalta valtaosa ylitti Saksan Liittotasavallassa voimassaolevan talousvesinormin. PAH-yhdisteet eivät kuitenkaan aiheudu yksinomaan liikenteestä. Kloridilaskeuman seuranta on perusteltua teiden suolauksen vaikutuksia arvioitaessa.



## 1. TUTKIMUKSEN TAUSTA

### 1.1 Lainsäädäntö

1.3.1981 voimaan tulleen tielain (51/1981) muutoksen mukaan tie on sijoitettava ja tehtävä siten, että tien ja liikenteen ympäristölle aiheuttamat haitat jäävät mahdollisimman vähäisiksi. Edelleen sen 3 §:n mukaan teihin kuuluviksi luetaan niiden liitännäisalueena mm. liikenteen ympäristölle aiheuttamien haittojen vähentämiseksi pysyvästi tarvittavat alueet.

1.10.1982 voimaan tullut ilmansuojelulaki (67/1982) on tieliikenteen ilman kautta aiheuttaman ympäristökuormituksen kannalta merkittävä. Sen 9 §:n mukaan valtioneuvosto voi antaa määräyksiä mm. valmistettavan, maahantuotavan tai myytävän polttoaineen koostumuksesta. Tällöin on kysymys lähinnä bensiinin lyijypitoisuudesta sekä muiden polttoaineiden rikkipitoisuudesta. Valtioneuvosto voi myös antaa ohjeita tai määräyksiä moottoriajoneuvojen joutokäynnin rajoittamisesta muualla kuin tieliikennelainsäädännössä tarkoitettulla tiellä.

Terveystieteiden laitoksen (469/1965) ja -asetuksen (55/1967) nojalla lääkintöhallitus on antanut useita ohjeita, joita voidaan rajoitetusti käyttää tieliikenteen ympäristöhaittojen merkitystä arvioitaessa.

### 1.2 Viranomaismääräykset ja -ohjeet

Elinkeinohallitus (17.6.1981), lääkintöhallitus (11.6.1981) ja maatilahallitus (17.6.1981) ovat yhdessä antaneet suosituksen moottoriajoneuvoliikenteestä viljelykasveihin sekä luonnonvaraisiin marjoihin ja sieniin aiheutuvien epäpuhtauksien vähentämisestä. Sen mukaan lehtivihanneksia ja muita kasveja, joiden maanpäälliset osat on tar-

koitettu ihmisen ravinnoksi taikka rehukasveja ei pitäisi viljellä 25 metriä lähempänä tietä, jonka liikennemäärä on 3000-10000 autoa vuorokaudessa eikä 50 metriä lähempänä tietä, jonka liikennemäärä on suurempi kuin 10 000 autoa vuorokaudessa. Esitetyt rajat koskevat myös luonnonvaraisten marjojen ja sienien keruuta.

Elinkeinohallitus (2.5.1979, 17.6.1980) on asettanut kaupan pidettävien elintarvikkeiden lyijypitoisuudelle enimmäisarvot (0,2-1,0 mg/kg) elintarvikkeiden vieraita aineita koskevissa ohjeissa.

Lääkintöhallituksen (3.5.1978) ilman terveydellisen laadun valvontaa koskevassa yleiskirjeessä n:o 1664 on annettu raja-arvot rikkidioksidille, leijumalle, typen oksideille ja hiilimonoksidille, joista liikenteellä on merkitystä kolmen viimeksi mainitun osalta. Kokonaislaskeumaksi suositellaan enintään 10 g/m<sup>2</sup>kk. Siinä on lisäksi lueteltu eräitä ilmassa esiintyviä terveydelle vaarallisia aineita, joista mainittakoon lyijy, kadmium ja aromaattiset hiilivedyt.

Varsinaisia raskasmetallilaskeumien raja-arvoja tai enimmäissuosituksia ei ole annettu. Eräänlaisena kannanottona voidaan kuitenkin pitää lääkintöhallituksen (3.8.1977) yleiskirjettä n:o 1637 terveydellisten haittojen estämisestä jätevesilietteitä hyödynnettäessä. Sen mukaan viidessä vuodessa saa lietteen mukana maahan tulla korkeintaan 100 gCd/ha eli 0,2 mgCd/m<sup>2</sup>kk ja vastaavasti 40 mgPb/m<sup>2</sup>kk. Suurinta sallittua lietteen levitysmäärää ja lyijypitoisuudeltaan suomalaista mediaanilietetä vastaava arvo on 5 mgPb/m<sup>2</sup>kk.

Käytetyn voiteluöljyn hyötykäytölle asetettavia vaatimuksia koskevassa sisäasiainministeriön julkaisussa (SISM 1981a) lyijylaskeuman enimmäisohjearvoksi on todettu 10 mg/m<sup>2</sup>kk ja lyijyleijumalle vastaavasti 4 µg/m<sup>3</sup>.



Talousveden terveydellisen laadun valvontaa koskevassa lääkintöhallituksen yleiskirjeessä (1701/1980) lyijyn suurin sallittu pitoisuus talousvedessä on 0,05 mgPb/l ja kadmiumin osalta vastaava arvo on 0,005 mgCd/l. Polysyklisten aromaattisten hiilivetyjen (PAH) enimmäispitoisuutta ei Suomessa ole määritelty. Saksan Liittotasavallassa talousveden suurin sallittu PAH-pitoisuus on 250 ng/l. (WEIL, L. et al 1980).

### 1.3 Aiemmat tutkimukset

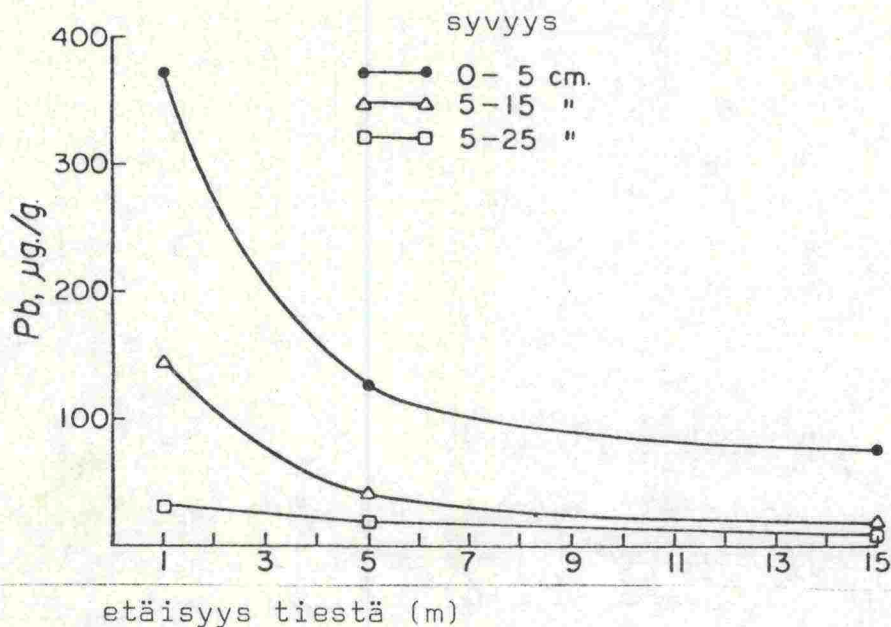
Vuonna 1973 suoritetussa liikenteen haittavaikutuksia koskevassa tutkimuksessa haastatellut kokivat ilman saastumisen erittäin merkittävänä liikenteeseen liittyvänä epäkohtana (TVH 1973).

Pakokaasujen sisältämä lyijy, häkä, typen oksidit ja erilaiset hiilivedyt muodostavat liikenteen suurimman ympäristökuormitustekijän. Ajoneuvoliikenteen arvioitujen ominaispäästökertoimet on esitetty taulukossa 1. Niiden ohella ympäristöön vaikuttavat liikenteen tieltä irrottamat ainekset.

Taulukko 1. Ominaispäästöt päästögrammoina ajoneuvokilometriä kohti (TVH 1981a)

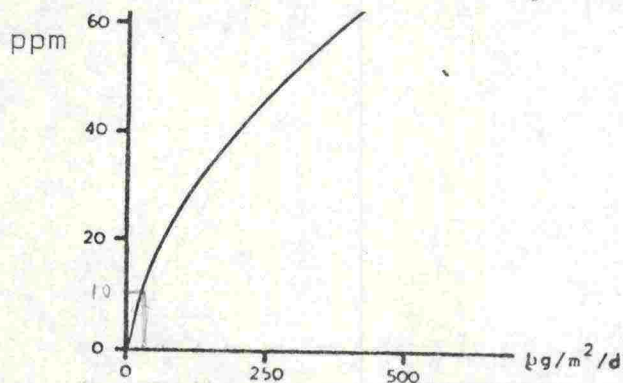
	CO	HC	NO <sub>x</sub>	Pb	pöly
bensiiniajoneuvo	20	2,0	0,8	0,04	0,1
dieselajoneuvo	5	12	7	0	2

Edellä mainituista lyijy on kaikkein tutkituin. Maaperän lyijypitoisuuden on todettu riippuvan etäisyydestä tiestä, kuten kuvasta 1 ilmenee.



Kuva 1. Maaperän lyijypitoisuuden vaihtelu riippuen näytteenotto-syvyydestä ja etäisyydestä tiestä (GARCIA-MIRAGAYA, J. 1981)

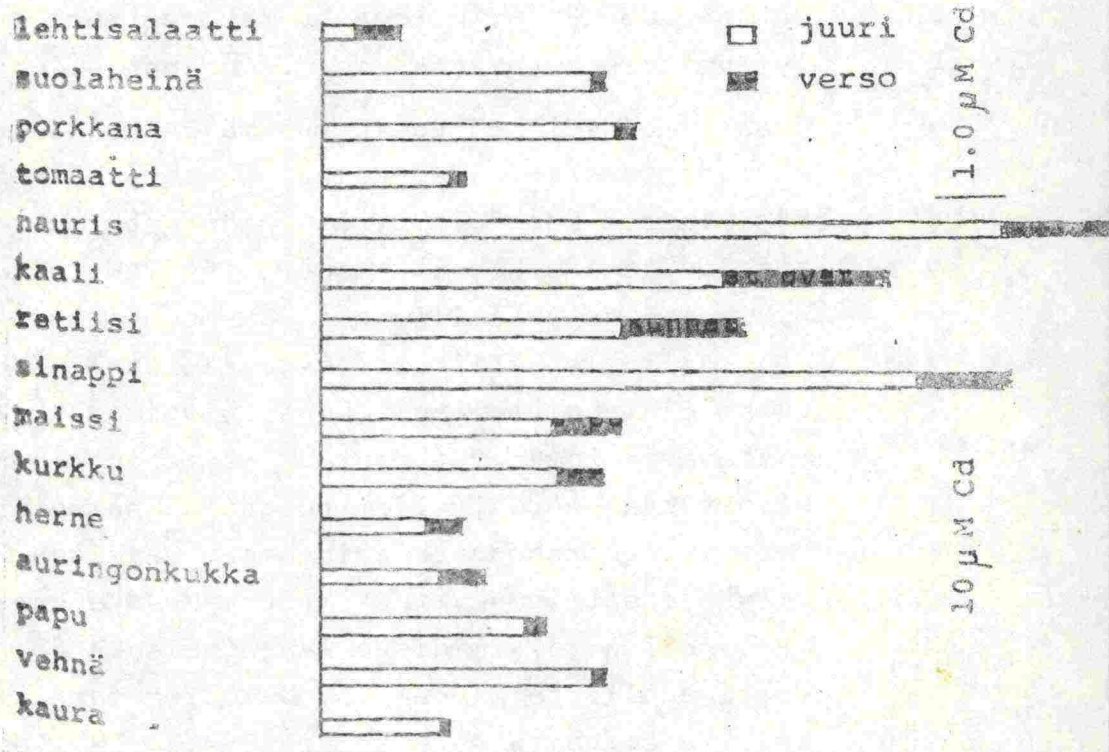
Lyijykuormitus on nähtävissä myös kasvien lyijypitoisuuksien nousuna, mistä esimerkki on esitetty raiheinän osalta kuvassa 2. Lyijyn keräytyminen ilman kautta eri kasveihin vaihtelee merkittävästi. Suurimmat lyijypitoisuudet on todettu leveälehtisissä kasviksissa kuten salaattissa, pinaatissa ja kaalissa. Myös laidunkasvit ja esimerkiksi sokerijuurikkaan naatit ja apilat voivat pidättää ilmasta laskeutuvan lyijyn tehokkaasti. Sensijaan juuresten, hedelmien ja marjojen ei ole yleensä todettu sisältävän merkittävän suuria lyijymääriä liikenneväylien lähelläkään.



Kuva 2. Italian raiheinän (*Lolium multiflorum*) lyijypitoisuuden riippuvuus laskeumasta (IMPENS, R. et al 1981)



Noustakseen kasviin lyijyä on oltava kuitenkin suuria määriä (HOVSENIUS, G. et al 1975). Toisaalta lisäkuormituksena maahan tuodut raskasmetallit ovat helpommin kasvien käytettävissä kuin maaperässä jo olevat metallit (ANDERSSON, A. 1976).



Kuva 3. Kadmiumpitoisuus Cd mol/g tuorepainoa 1-10 μM Cd-ravintoliuoksessa 1-2 viikkoa kasvatettujen eri kasvien juurissa ja versoissa (PETTERSSON, O. 1977)

Kadmiumia on todettu jonkin verran sekä polttoaineessa (TVH 1981) että autonrenkaissa. Tämä on voitu todeta myös teiden lähialueen kuormituksena (MUSKETT, C.J 1981).

Teoreettisesti pääkaupunkiseudun (50 x 100 km<sup>2</sup>) lyijypäästökseksi saadaan noin kolmasosa lyijyn kokonaispäästöstä Suomessa (LAIHO, A. 1982). Liikenteen osuuden Suomen kokonaislyijypäästöstä on toisaalla esitetty olevan noin 100 % (SISM 1981b), kun taas toisaalla öljyjätteen poltosta on arvioitu aiheutuvan noin 5-10 % lyijyn kokonaispäästöstä (SISM 1981a). Suurimmat lyijyongelmat Suomessa on todettu lyijysulattojen ympäristössä (HÄRDH, H. 1978).



Suomessa on 1970-luvulla tutkittu lyijyaltistuksen vaikutuksia ihmisissä mm. veren ja hampaiden koostumuksen perusteella. Tutkimuksissa ei ole voitu todeta terveydellisten riskirajojen ylityksiä (NORDMAN, H. 1975). Lisäksi kokonaislyijypäästön Suomessa on arvioitu vähenneen vv.1978-1981 arvosta 1000 tPb/a arvoon 780 tPb/a, mikä aiheutuu moottoribensiinin lyijypitoisuuden laskemisesta arvoon 0,4 gPb/l (SISM 1981b).

Useat ympäristössä esiintyvistä PAH-yhdisteistä ovat karsinogeenisia. Tupakointi on ihmisen merkittävin PAH-lähde. Bentso(a)pyreenipäästö on noin 100 mg bensiinitonnia kohti. Ympäristön PAH-tutkimukset ovat Suomessa vasta aluillaan. Porvoon maalaiskunnassa 1981 rehukaalin lehdillä suoritettussa tutkimuksessa mitattujen PAH-yhdisteiden kokonaispitoisuus poikkesi huomattavasti tausta-arvoista. Näytepisteiden (10 kpl) sijoituksen perusteella todettiin bentso(a)pyreenipitoisuuksien kohonneen liikenteen vaikutuksesta. Kasveista otettiin näytteet kasvukauden aikana kaksi kertaa, joista jälkimmäisen PAH-pitoisuus oli huomattavasti edellistä pienempi. Tulosten merkittävälle vaihtelulle ei voitu esittää selitystä. (HUTTUNEN, S. et al 1982).

Pakokaasujen leviämistä koskevat liikennemallit voidaan jakaa kolmeen ryhmään:

1. viivalähdemallit
2. katukuilumallit
3. regressiomallit

Leviämismalleilla on laskettu lähinnä häkäpitoisuuksia, mutta periaatteessa ne soveltuvat kaikkien kaasumaisten komponenttien arviointiin. Mm. typen oksidien ja hiilivetyjen muutunta ilmakehässä tekee kuitenkin mallien soveltamisen hankalaksi. Ilmatieteen laitoksella käytetty malli on yhdistetty viivalähde- ja katukuilumalli, joka laskee pitoisuuden tuntikeskiarvoja halutuissa pisteissä.

Hiukkasmaisten komponenttien osalta mallin käyttöä vaikeuttaa puutteelliset tiedot päästöjen hiukkaskokojakaumasta sekä ajotavan vaikutuksesta.



Tieliikenteen aiheuttamia ilman epäpuhtauksia ja niiden vaikutuksia koskevia tutkimuksia on esitetty verrattain kattavasti sisäasiainministeriön ympäristön-suojeluosaston julkaisussa "Tieliikenteen ilmansuojeluelvitys" sarja A:7, 1981.

#### 1.4 Ympäristökuormituksen arviointivaikeudet

Liikenteen aiheuttamaa ympäristökuormitusta on tarkkailtu Suomessa lähinnä taajama-alueilla esimerkiksi leijuma- ja häkämittauksin katukuiluissa. Valta- ja kanta-teiden läheisyydessä ilman laatumittauksia ei ole jär-jestelmällisesti tehty, joten yksityiskohtaisia lii-kenteen vaikutusten arviointiperusteita ei ole. Lisäksi ilman epäpuhtauksien vaikutuksista niin kasvistoon kuin ihmisiin on poikkeavia käsityksiä, mikä näkyy mm. normien vähäisyytenä. Suunnittelussa olisikin pystyttävä erottamaan suoraan ihmisiin vaikuttavat ilman epäpuhtauksien korkeat lyhytaikaisarvot sekä lähinnä kasvistoon ja sen kautta ihmisiin vaikuttava pitkäaikainen ympäristökuormitus toisistaan.

On ympäristökuormituksen arviointiperusteena sitten lyhyt- tai pitkäaikaisarvot, tieliikenteen vaikutusten merkittävyttä harkittaessa myös muut kuormituslähteet on otettava huomioon.

## 2. TUTKIMUKSEN TAVOITTEET

Tutkimuksen tavoite oli laatia tieliikenteen ilman kautta aiheuttamalle ympäristökuormitukselle liikennemelun laskentamallia vastaava matemaattinen arviointimenetelmä. Ensisijaisena pyrkimyksenä oli määrätä sen riippuvuus liikennemäärästä ja etäisyydestä tiestä. Toisijainen tavoite oli selvittää maasto-olosuhteiden ja tienvarsikasvillisuuden vaikutus ympäristökuormituksen suuruuteen ja leviämiseen.

Eräänä päämääränä oli pistokokein tutkia harvoin määritettyjä epäpuhtauksia. Myös tausta-arvojen määrittäminen oli tärkeä tavoite.



### 3. TUTKIMUKSEN RAJAUS

#### 3.1 Tutkimusmenetelmän valinta

Leijumatutkimuksilla (SFS 3862) pyritään selvittämään ihmisen hengityksen kautta vahingollisimpien pienten kiinteiden hiukkasten ( $<10\ \mu\text{m}$ ) määrää. Näytteen keräysaika on yksi vuorokausi, jonka jälkeen keräimessä oleva suodatin on vaihdettava. Menetelmä on siten työläs ja toisena epäkohtana on laitteiston ja sen edellyttämän sähköliitännän aiheuttamat yhtä havaintopaikkaa kohden suuret kustannukset. Leijumamittaus ei ole käyttökelpoinen menetelmä tutkimukselle asetettujen tavoitteiden saavuttamiseksi.

Liikenteen aiheuttamat kaasumaiset epäpuhtaudet jätettiin tutkimuksen ulkopuolelle, koska niiden merkitys valta- ja kantateillä on verrattuna tilanteeseen katu-kuiluissa vähäinen. Lisäksi niiden mittaamiseen tarvittavat laitteistot ovat kohtuuttomat, mikäli pyritään määrittämään tutkimuksen tavoitteiden mukaiset etäisyysfunktiot.

Maaperän ja kasvillisuuden analysointiin perustuvat menetelmät rajattiin tutkimuksen ulkopuolelle, koska niihin vaikuttaa useiden vuosien aikana vallinnut ympäristökuormitus sekä mm. maaperän laatu ja kasvilaji.

Tutkimuksen tavoitteiden perusteella päädyttiin mittaamaan maahan laskeutuvien epäpuhtauksien määrää. Standardin (SFS 3865) mukaisen laskeumatutkimuksen epäkohtina voidaan pitää viikottaista seurantatarvetta, alttiutta ilkivallalle, talvi- ja kesäaikaisten tulosten heikkoa vertailukelpoisuutta sekä näytteen pilaantumisriskiä ja yhtä havaintopaikkaa kohden suuria kustannuksia. Runsaan vertailuaineiston olemassaolo on taas menetelmän etu. Näytteen keräysaika on yksi kuukausi. Edellä olevan perusteella myös standardin mukainen laskeumamittaus katsottiin tutkimukseen soveltumattomaksi.



Tutkimusmenetelmäksi valittiin lumen analysointiin perustuva laskeumatutkimus, jolloin ympäristön kuormitus voidaan todeta koko lumipeitteiseltä ajalta. Sen etuna on myös näytteiden suuri lukumäärä, näytteen pieni kontaminaatioriski sekä kiinteiden keräyslaitteiden tarpeettomuus ja havaintopaikkaa kohti alhaiset kustannukset. Menetelmän epäkohtana on luonnollisestikin sen rajoittuminen talviaikaan, mikä teiden suolauksen ja lumen aurauksen vuoksi on merkittävää. Standardin mukaiseen laskeumatutkimukseen verrattuna lumen analysointiin perustuvassa menetelmässä vertailuaineiston määrä on pieni.

### 3.2 Havaintopaikkamuuttujat

Aiempien tutkimustulosten ja tutkimuksen tavoitteiden perusteella havaintopaikkamuuttujiksi valittiin seuraavat:

- liikennemäärä
- etäisyys tiestä
- tienvarsipuusto
- tuuliolosuhteet
- tien korkeusasema

Tutkimuksessa ei pyritty selvittämään tien varrella olevien rakenteiden vaikutusta ilman kautta aiheutuvaan ympäristökuormitukseen. Tiepäällysteen laatua ja raskaiden ajoneuvojen osuutta ei myöskään otettu huomioon.

### 3.3 Havaintoalueiden valinta

Tutkimussuunnitelman lähtökohtana oli toteuttaa samantyyppiset kenttämittaukset viidellä liikennemäärältään erilaisella tieosuudella. Tienvarsiviljelyä koskevan suosituksen perusteella suurimmaksi liikennemääräksi valittiin yli 10 000 ja pienimmäksi alle 3000 ajoneuvoa vuorokaudessa.



Alustavasti erääksi havaintoalueeksi valittiin esimerkiksi tieosuus 00003-113 ja -114, joka kuitenkin hylättiin maasto-olosuhteiden ja sitä lähellä olevan teollisuuden vuoksi. Tieosuus 00050-005 hylättiin tietyömaan takia. Valinnan suurin vaikeus oli löytää riittävästi edellä mainittujen havaintopaikkamuuttujien suhteen soveltuvia kohteita.

Tutkimuskohde määrättiin kartta- ja maastotarkastelun avulla. Havaintoalueiksi valitut tieosuudet ja niitä vastaavat vuoden 1980 keskimääräiset vuorokausiliikenteet (KVL) ovat seuraavat (TVH 1981):

	tie	KVL v.1980
1. Keimola	00003-103	14300
2. Klaukkala	00003-(105-106)	8600-8900
3. Levanto	00004-(115-116)	5600-6000
4. Järvelä	00054-(017-018)	2600
5. Marttila	00295-003	600

Eräänä alueiden valinnan perusteena oli myös niiden sijainti suhteellisen lähellä toisiaan ja valtakunnallista säähavaintoasemaa. Havaintoalueet on esitetty kartassa 2702.1.

Yhdenmukaisuuden vuoksi tutkimus rajattiin kaksikais-  
taisiin teihin. Myöskään tien suolausta tai nopeus-  
rajoitusta ei otettu havaintoaluetta valittaessa huo-  
mioon.

### 3.4 Havaintopaikkojen valinta

Aiempien tutkimustulosten perusteella kauimmaiseksi näytteenottopaikaksi suunniteltiin 100 metriä tiestä. Suunnitelman tarkoituksenmukaisuus tarkistettiin ottamalla 16.2.1982 ennakonäytteet tieosuuksilta 00004-116 ja 00295-003 siten, että näytteiden etäisyydet tien reunasta olivat 10, 25, 50 ja 100 metriä. Tutkimustulokset ovat liitteenä 1/2702.

Tieosuudella 00004-116 lyijylaskeuma kauimpana tiestä oli huomattavasti tausta-arvoa korkeampi, minkä vuoksi 1.3.1982 määritettiin tieosuudella 00003-103 laskeuma-arvot 10, 50, 100, 200, 300 ja 500 metrin päässä tiestä sekä tausta-arvo. Tutkimustulokset ovat liitteenä 2/2702.

16.2.1982 ja 1.3.1982 otettujen näytteiden perusteella näytteenottoetäisyydeksi valittiin 10, 25, 50, 100, 250 ja 500 metriä. Tieosuuksilla 00054-017 ja -018 sekä 00295-003 havaintoetäisyydeksi otettiin pienen liikennemäärän vuoksi 10-250 metriä.

Keimolassa todettiin 1.3.1982 tausta-arvon olevan 16.2.1982 saatuihin tuloksiin nähden huomattavan suuren. Alueellisten erojen vuoksi otettiin jokaiselta havaintoalueelta kaksi taustanäytettä, jotka sijaitsevat vähintään kolmen kilometrin päässä vilkkaan tie liikenteen vaikutusalueen ulkopuolella.

Koska tutkimuksen ensisijaisena tavoitteena oli selvittää ilman epäpuhtauksien leviäminen suoralla ja avoimella tieosuudella, näiden ns. perustapausten osuudeksi päätettiin vähintään puolet havainnoista jokaisella havaintoalueella taulukon 2 mukaisesti.

Taulukko 2. Havaintopaikkojen jakautuminen eri muuttujien suhteen

tieosuus	perus- tapaus	metsä	puusto- kaistale	penger/ leikkaus	risteys/ muut	tausta	yhteensä
00003-103	41	12	6	6	13	1	79
00003-(105-106)	46	12	18	-	-	2	78
00004-(115-116)	42	12	-	5	18	2	79
00054-(017-018)	45	15	-	10	5	2	77
00295-003	45	10	10	5	5	2	77



### 3.5 Määrittysten valinta

Lumen analysointiin perustuvan laskeumatutkimuksen rajoitukset ja liikenteen aiheuttamien ilman epäpuhtauksien laatu huomioon ottaen näytteistä tehtäviksi määrittelyksiksi valittiin seuraavat:

- pH
- sähkönjohtavuus
- kloridi
- sulfaatti
- kokonaistyyppi (170 kpl)
- lyijy
- kadmium (3 kpl)
- polysyklisten aromaattisten hiilivetyjen (PAH) nestekromatografinen määrittely (10 kpl)
  - fluoranteeni
  - bentso(b)fluoranteeni
  - bentso(k)fluoranteeni
  - bentso(a)pyreeni
  - bentso(ghi)peryleeni

Määrittelyksistä lyijy on kohdassa 1.3 esitettyihin tutkimuksiin viitaten kaikkein merkittävin.

Sähkönjohtavuus, pH ja kloridi kuvaavat lähinnä suolauksen vaikutusta ja niistä voidaan päätellä myös näytteen edustavuutta.

Koska ympäristön tyyppikuormitus tulee lähinnä kaasumaisena, kokonaistyyppimäärittely katsottiin tarkoituksenmukaiseksi tehdä ainoastaan tieosuuksilla 00003-103 ja 00295-003. Sulfaattimäärittely kuvaa rikin oksidien leviämistä.

Kadmium- ja PAH-määrittelyksiä katsottiin perustelluksi tehdä vain pistokoeluentoisesti, koska liikenteen vaikutuksesta niihin ei ollut riittävää ennakkokäsitystä.

### 3.6 Käytetyt merkinnot ja käsitteet

Jäljempänä raportissa käsite etäisyys tarkoittaa havaintopaikan etäisyyttä tien reunasta.

Havaintopaikat sijoittuvat kohtisuoraan tiehen nähden maasto-olosuhteiltaan erilaisille linjoille, joita kuvaavat seuraavat käsitteet:

- Perustapaus tarkoittaa mahdollisimman suoraa ja avointa tieosuutta, jolla tuuliolosuhteet eivät kuitenkaan ole poikkeavat ja tien korkeus ei merkittävästi poikkea ympäristön korkeustasosta. Ympäristön maastonmuoto on tasainen.
- Metsä kuvaa kuusimetsää, jossa havaintopaikat sijoittuvat aukealle. Tien ja metsän välinen etäisyys vaihtelee 10-100 metriä.
- Peltoalue tarkoittaa metsään rajoittuvaa noin 100-200 metrin viljelysaluetta, joten sen ero metsälinjaan nähden ei ole täysin selkeä.
- Puustokaistale merkitsee 10-50 metriä leveää tiehen rajoittuvaa lehtipuuvyöhykettä. Yhdellä linjalla (21-9200) kaistale on leveä kuusikko.
- Järven pää tarkoittaa perustapausta, jolla tuuliolosuhteet voivat poiketa järven selän vaikutuksesta oleellisesti.

Havaintolinjat on numeroitu kaksiosaisella numerosarjalla. Ensimmäinen numero (1-5) kuvaa havaintoalueita liikennemäärää suuruusjärjestyksessä siten, että tieosuuden 00003-103 numero on yksi ja tieosuuden 00295-003 numero on 5. Toinen numero kuvaa havaintopaikan sijaintia tiehen siten, että numero 1 on tieosuuden alusta kulkusuuntaan nähden vasemmalla ja numero 2 oikealla. Numerosarjan toinen osa on linjan etäisyys (m) tieosuuden alusta. Esimerkkinä linja 32-1700 on tieosuudella 00004-115 kulkusuuntaan nähden oikealla 1700 metriä tieosuuden alusta.



Tilastollista merkitsevyyttä on tarkasteltu t-jakaumaa käyttäen seuraavasti:

- tilastollisesti melkein merkitsevä (\*) - varmuus 95 %
- tilastollisesti merkitsevä (\*\*) - varmuus 99 %
- tilastollisesti erittäin merkitsevä (\*\*\*) - varmuus 99,9 %

#### 4. TUTKIMUKSEN SUORITUS

##### 4.1 Näytteenotto

Luminäytteitä otettiin 8.3.1982-22.3.1982 tarkoitukseen suunnitellulla ottimella. Havaintopaikkojen sijainti on esitetty kohdassa 3. Näytteenotto aloitettiin eteläisimmistä havaintoalueista 00003-103 ja 00003-105 ja -106, jotta lumen sulaminen ei häittäisi tutkimusta.

Näytteenoton yhteydessä tarkistettiin lumen koostumus vertailukelpoisten tulosten saamiseksi. Kultakin havaintopaikalta otettiin useita osanäytteitä riittävän näytetilavuuden ja edustavuuden saavuttamiseksi.

##### 4.2 Näytteiden säilöntä

Näytteet pakastettiin heti näytteenoton jälkeen. Raskasmetallinäytteet säilöttiin vesihallituksen ohjeiden mukaisesti.

##### 4.3 Näytteiden analysointi

Näytteiden käsittelyssä ja analysoinnissa noudatettiin soveltuvin osin standardissa SFS 3865 kuvattua menettelyä.

PAH-yhdisteiden analysointia koskevat pääperiaatteet on esitetty liitteessä 3/2702.

##### 4.4 Tulosten käsittely

Tutkimuksen tavoitteen mukaisesti ensisijaisesti pyrittiin ratkaisemaan laskeuma-arvojen ja etäisyyden tiestä välinen riippuvuus. Pistekuormituslähteitä



koskevissa aiemmissa tutkimuksissa on osoittautunut perustelluksi esittää ympäristökuormitus kiinteiden hiukkasten suhteen matemaattisesti etäisyyden funktiona seuraavia kuvaajaltaan laskevia yhtälöitä käyttäen:

$$F(X) = A * e^{(B*X)}$$

$$F(X) = A * X^B$$

$$F(X) = A + B/X$$

$$F(X) = A * \ln X + B,$$

jossa A ja B ovat vakioita ja X on etäisyys tien reunasta

Laskenta suoritettiin linjoittain ja kohdassa 3.2 esitettyjen havaintopaikkamuuttujien suhteen. Perustapaus-ten kuvaajat on esitetty linjoittain liitteissä 4-8/2702. Havaintopaikkamuuttujien vaikutusta laskeuma-arvoihin on vertailtu liitteissä 9-13/2702.

Koska tausta-arvot poikkeavat eri havaintoalueilla huomattavasti toisistaan, liikennemääriltään erilaisia tieosuuksia verrattaessa laskeuma-arvoista on liitteissä 14-15/2702 vähennetty sitä vastaava tausta.

Jotta tutkimustuloksia voitaisiin käyttää suunnittelun apuvälineenä, ne pyrittiin yleistämään määrittämällä laskeuma-arvojen riippuvuus liikennemäärästä ja etäisyydestä. Laskennassa käytettiin tieosuuksittain vaihtelevien kausivaihtelukertoimien ja vuoden 1981 keskimääräisen vuorokausiliikenteen avulla saatuja seuraavia tutkimusajan liikennemääriä:

tieosuus	liikennemäärä
- 00003-103	13 146
- 00003-(105-106)	8 650
- 00004-(115-116)	5 117
- 00054-(017-018)	2 431
- 00295-003	376

Muutamat selvästi virheelliset määritykset on jätetty käsittelyn ulkopuolelle. Lisäksi piirroksissa ei ole esitetty tilastollisesti ei merkitseviä yhtälöitä, joiden kuvaaja ei ole johdonmukainen muiden tulosten kanssa (vrt. liitteet 6.3 ja 6.4).



## 5. TULOSTEN TARKASTELU

### 5.1 Tausta-arvot

Merkittävin piirre tutkimuksen tausta-arvoissa on niiden johdonmukainen vaihtelu havaintoalueen sijainnista riippuen. Keimolan ja Klaukkalan kloridi-, sulfaatti-, typpi- ja lyijylaskeumat ovat selvästi muiden taustanäytteiden arvoja suuremmat. Järvelän tulokset ovat jokaisen määrityksen suhteen tutkimuksen alhaisimmat.

Taustanäytteiden pH on 4,5-4,6. Meren läheisyys vaikuttaa sekä sähkönjohtavuuden että kloridilaskeuman suuruuteen. Kaukokulkeuma ja kotimaisen teollisuuden keskittyminen aiheuttaa sulfaatti- ja typpilaskeuman pienenemisen etelästä pohjoiseen mentäessä.

Tausta-arvot on esitetty liitteessä 16/2702.

### 5.2 pH

Liikennemäärältään pienintä tieosuutta 00295-003 lu-  
kuunottamatta luminäytteiden pH:n riippuvuus etäisyydestä tiestä on esitettävissä tilastollisesti erittäin merkitsevästi kohdassa 4.4 esitettyjä funktioita käyttäen. Valtaosalla näytteenottolinjoje pH on kääntäen verrannollinen etäisyyteen ( $F(X) = A+B/X$ ) eli lumen pH laskee etäisyyden kasvaessa.

Lumen pH-arvoon vaikuttavat laskevasti rikin ja typen oksidit sekä kloridi. Kalium, kalsium ja natrium taas nostavat lumen pH-arvoa. Teiden liukkauden torjuntaan käytetyn natriumkloridin vaikutus on merkittävin. Vai-  
kut<sup>us</sup> ulottuu noin 30 metrin päähän tiestä.

Lumen pH:n riippuvuutta etäisyydestä kuvaava funktio, sitä koskeva korrelaatio ja tilastollinen merkitsevyys on esitetty linjoittain ja linjatyypeittäin liitteissä 17.1-21.1/2702. Edellä esitettyjen funktioiden kuvaajat ilmenevät liitteistä 4.1-13.1/2702.



### 5.3 Sähkönjohtavuus

Liikennemäärältään kahta pienintä tieosuutta 00295-003 ja 00054-(017-018) lukuunottamatta luminäytteiden sähkönjohtavuuden riippuvuus etäisyydestä on esitettävissä linjoittain tilastollisesti merkitsevästi lähinnä yhtälöä  $F(X) = A+B/X$  käyttäen. Linjatyypeittäin sähkönjohtavuus voidaan esittää tilastollisesti merkitsevästi myös pienimmillä liikennemäärillä.

Lumen sähkönjohtavuuteen vaikuttavat nitraatit, sulfaatit ja kloridit. Liukkauden torjuntaan käytetyn natriumkloridin vaikutus on merkittävin.

Lumen sähkönjohtavuuden riippuvuus etäisyydestä ilmenee liitteistä 17.2-21.2/2702. Liikennemäärän vaikutus on esitetty liitteessä 14.1/2702, jossa vertailukelpoisuuden vuoksi kutakin havaintoaluetta koskeva tausta-arvo on vähennetty.

### 5.4 Kloridi

Kloridilaskeuma on tilastollisesti erittäin merkitsevästi riippuvainen etäisyydestä kohdassa 4.4 esitettyjä funktioita käyttäen kaikilla tutkimuksen havaintoalueilla. Tulos on tilastollisesti merkitsevä myös kaikilla linjatyypeillä. Perustapausten kloridilaskeumat noudattelevat Keimolassa, Levannossa ja Järvelässä geometristä funktiota ( $F(X) = A * X^B$ ), kun taas muut tulokset ovat kääntäen verrannolliset etäisyyteen.

Kloridilaskeumaan vaikuttaa yksiselitteisesti teiden liukkauden estoon käytetty natriumkloridi, joten siinä liikenteen vaikutus on selkeämmin nähtävissä kuin pH:ssa tai sähkönjohtavuudessa. Kloridikuormituksen riippuvuus etäisyydestä on esitetty liitteissä 17.3 - 21.3/2702. Tutkittujen liikennemäärien vaikutus ilmenee liitteestä 14.2/2702.



Lumen kloridipitoisuuden tausta-arvot vaihtelivat 1-2 mgCl/l. Suurin pitoisuus oli 52 mgCl/l, joka on noin puolet talousvedelle asetetusta enimmäispitoisuudesta 100 mgCl/l.

#### 5.5 Sulfaatti

Sulfaattilaskeuman suuruus on tilastollisesti merkittävästi kääntäen verrannollinen etäisyyteen kaikilla havaintoalueilla. Sen selvä vaikutus rajoittuu noin 50 metrin päähän tiestä.

Sulfaattilaskeuman tausta-arvo vaihtelee ilmastollisista tekijöistä riippuvan kaukokulkeuman mukaan 40 - 160 mgSO<sub>4</sub>/m<sup>2</sup>kk, eikä tutkimuksessa todettujen korkeimpiakaan arvoja voida pitää ongelmallisina. Rikin oksidit aiheuttavat sulfaattilaskeuman kohoamisen.

Riippuvuus etäisyydestä ilmenee liitteistä 17.4 - 21.4/2702.

#### 5.6 Kokonaistyyppi

Typen oksidit ovat kaasumaisia aineita, jotka käyttäytyvät aivan eri tavalla kuin kiinteät hiukkaset. Tieosuuksilla 0003-103 ja 00295-003 mitatut kokonaistyyppilaskeumat eivät noudattele laskevia funktioita etäisyyden tiestä suhteen. Ne ovat Keimolassa tausta-arvoihin nähden kuitenkin selvästi korkeammat.

#### 5.7 Lyijy

Lyijylaskeuma korreloi erittäin merkittävästi etäisyyden suhteen. Keimolassa se noudattelee geometristä funktiota ja muilla havaintoalueilla se on kääntäen verrannollinen etäisyyteen.

Tutkimuksessa tieosuuksilla 00003-103 ja 00003-(105-106) todetut lyijylaskeumat ovat huomattavan suuret verrattuna esimerkiksi Lahden kaupungin ympäristössä tehtyihin havaintoihin.

Lyijyn vaikutusalue on vilkkaimmin liikennöidyillä tie-  
osuuksilla nähtävissä jopa 300 metrin päässä tien reu-  
nasta. Laskeuma-arvojen suhteellinen pieneneminen  
etäisyyden kasvaessa noudattelee aikaisempia tutkimus-  
tuloksia (OPHUS, E. 1976).

Ajoneuvokilometriä kohden teoreettisesti lasketusta omi-  
naispäästöstä tutkimuksen laskennallinen arvo on vain  
kymmenesosa. Tämä näennäinen ristiriita aiheutuu tut-  
kimustulosten puutteesta alle 10 metrin päästä tiestä  
eli noin 90 % lyijypäästöstä jäisi tälle alueelle.

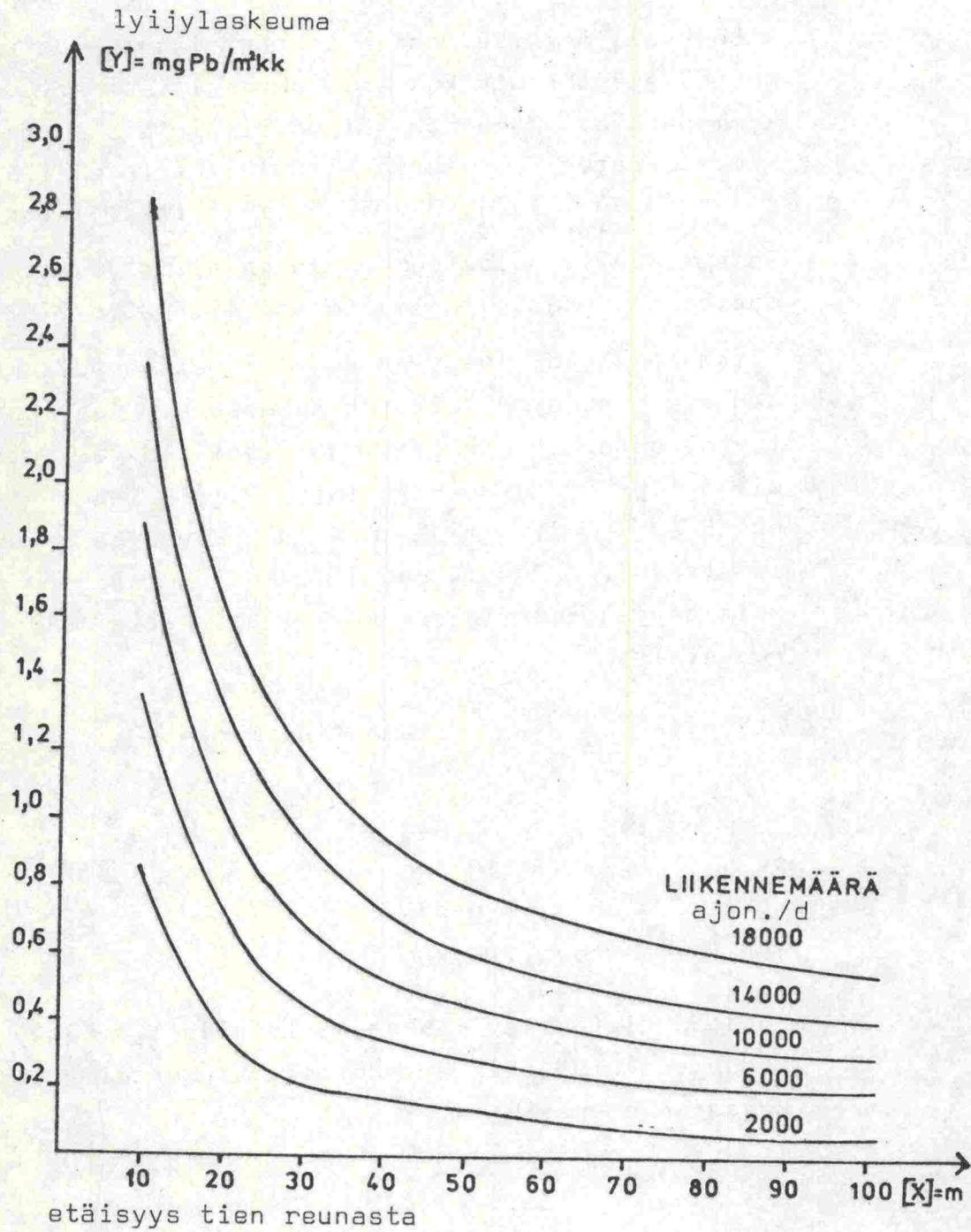
Todettujen lyijylaskeuma-arvojen riippuvuutta etäisyy-  
destä on tarkasteltu liitteissä 17.5-21.5/2702.

Liikennemäärän, lyijylaskeuman ja etäisyyden keskinäi-  
nen riippuvuus on esitetty kuvassa 4. Käyräparvi pohjau-  
tuu perustapauksien tutkimustuloksista vakioetäisyyk-  
sillä (10-100 m) laskettuihin lyijylaskeuman ja liiken-  
nemäärän välisiin yhtälöihin, joiden kuvaajat on esitetty  
liitteessä 22/2702. Havaintojen lukumäärä on 40 ja  
esitettyjen funktioiden korrelaatiokertoimet ovat seu-  
raavat:

etäisyys (m)	korrelaatiokerroin
10	0,644
25	0,795
50	0,678
100	0,708

Lähinnä tietä olevilla havaintopaikoilla näkyy auras-  
lumen vaikutus niin em. korrelaatiokertoimessa kuin  
kuvaajan asemassakin.





Kuva 4. Liikennemäärän, lyijylaskeuman ja etäisyyden välinen riippuvuus

Nomogrammi kuvaa ainoastaan liikenteen vaikutusta, joten ympäristön kokonaiskuormituksen arvioinnissa tausta-arvo on otettava tieosuuden sijainnin perusteella huomioon. Sen mukaan esimerkiksi Järvelässä 50 metrin päässä tiestä, jonka keskimääräinen liikenne on 5000 ajoneuvoa vuorokaudessa, kokonaisympäristökuormitus vastaa Keimolan tausta-arvoa.

Todetut lumen lyijypitoisuudet ovat talousvedelle asetettuun enimmäispitoisuuteen (0,05 mgPb/l) nähden verrattain suuret. Taulukossa 3 on esitetty kunkin havaintoalueen tausta-arvo, suurin lyijypitoisuus ja em. raja-arvon ylitysten lukumäärä. Valtaosa ylityksistä on tietä lähinnä (10 m) olevilla havaintopaikoilla.

Taulukko 3. Lumen lyijypitoisuuden tausta-arvo, suurin arvo ja talousvedelle asetetun enimmäispitoisuuden (0,05 mgPb/l) ylittäneiden havaintojen lukumäärä:

	tieosuus	tausta-arvo (mgPb/l)	suurin arvo (mgPb/l)	0,05 mgPb/l ylitykset (kpl)
Keimola	00003-103	0,014	0,130	10
Klaukkala	00003-(105-106)	0,017	0,107	10
Leivanto	00004-(115-116)	0,011	0,106	8
Järvelä	00054-(017-018)	0,008	0,075	5
Maritla	00295-003	0,011	0,044	-

## 5.8 Kadmium

Havaintopaikoilla 11-0000 ja 12-0000 kadmiumlaskeuma on selvästi kohonnut tausta-arvoon verrattuna. Liitteessä 16/2702 esitetyt tulokset vastaavat Lahdessa talvella 1981-1982 tehtyjä havaintoja. Esimerkiksi jätevesilietteen levitystä koskevasta kadmiumin enimmäismäärästä tulokset ovat vain kymmenesosa. Edellä esitetysessä vertailussa on kuitenkin otettava huomioon lietteen käyttöä koskevat rajoitukset, joiden mukaan sitä käytetään lähinnä viljakasveille.



Talousvedelle asetettuun enimmäispitoisuuteen (0,005 mgCd/l) nähden suurin todettu lumen kadmiumpitoisuus (0,0006 mgCd/l) oli noin kymmenesosa.

#### 5.9 Polysykliset aromaattiset hiilivedyt (PAH)

Liitteissä 23-24/2702 on esitetty eri PAH-yhdisteiden pitoisuus sulatettujen luminäytteiden vesiosassa sekä suodoksessa laskettuna ng/l vettä kohti.

Merkittävää on, ettei esimerkiksi bensiinin sisältämää bentso(a)pyreeniä ole taustanäytteissä lainkaan, kun taas 50 metrin päähän tiestä (00003-103) sitä oli todettavissa. Toisaalta sitä ei löydetty myöskään erään keskikokoisen kaupungin laidalta otetuista näytteistä.

Tien läheisyydessä PAH-arvot ovat korkeammat kuin taustaarvot. Toinen tausta-arvoistakin ylittää Saksan Liittotasavallassa juomavedelle asetetun normin (250 ng/l).

Tulosten kaikkiin vaihteluihin ei ole yksiselitteistä selitystä olemassa. Esimerkiksi linjojen 11-0000A, 11-4400-250A ja 12-4400-10A vaihtelu vaikuttaa sattumanvaraiselta. Havaintojoukon pienuuden vuoksi tulosta voidaan pitää vain suuntaa-antavana.

#### 5.10 Havaintopaikkamuuttujien vaikutus

Perustapauksissa liikennemäärän ja etäisyyden tiestä vaikutusta ympäristökuormitukseen on selvitetty kohdassa 5.1-5.9, koska ne olivat tutkimuksen ensisijaiset tavoitteet. Myös muiden havaintopaikkamuuttujien merkityksen suhteen saatiin viitteitä, joskin pienen havaintojoukon vuoksi perustapauksia vastaavaa tilastollista merkitsevyyttä tuloksilla ei ole.

Metsästä otetut näytteet kuvaavat kuusimetsää, jonka vaikutus on nähtävissä mm. liitteissä 10.3-5/2702 kloridi- ja lyijylaskeumassa. Tien läheisyydessä laskeuma on perustapauستا suurempi, mutta etäisyyden tiestä kasvaessa se laskee nopeasti perustapauستا vastaavan arvon alapuolelle.



Perustapauksen mukaista liikennemäärän, laskeuman ja etäisyyden keskinäistä riippuvuutta ei voida kuitenkaan esittää. Keimolan tulokset poikkeavat muista metsäalueilta otetuista näytteistä merkitsevästi, minkä syy ei ole tiedossa.

Metsään rajoittuvan peltoalueen vaikutus ilmenee liitteistä 12/2702. Viitteitä tien vieressä olevan puustokaistaleen myönteisistä vaikutuksista on liitteissä 13/2702, joskin Keimolan tulokset ovat päinvastaiset. Toisaalta voidaan päätellä metsän ja tien välissä olevalla kapealla peltoalueella ympäristökuormituksen olevan perustapausta suurempi.

Risteyksen laskeuma-arvoja kohottava vaikutus on nähtävissä liitteissä 9/2702.

Tien sijainti leikkauksessa rajaa ympäristövaikutuksen suppeammalle alueelle, kuten mm. liitteistä 12.3-5/2702 ilmenee.

Tuuliolosuhteiden vaikutusta pyrittiin selvittämään tietosuudella 0004-116, joka sijaitsee avonaisella paikalla järven selän päässä. Mitään perustapauksesta poikkeavaa tuloksista ei kuitenkaan voitu todeta.

Lännen ja etelän välinen tuuli oli tutkimusaikana valitseva (ILMATIETEEN LAITOS 1982), mikä ei kuitenkaan näy johdonmukaisesti eri puolilla tietä olevien havaintolinjojen tuloksissa. Sensijaan tausta-arvot vaihtelevat tuulen suunnan mukaan.

#### 5.11 Tulosten edustavuus

Lumen analysointiin perustuvan tutkimuksen tulokset kuvastavat luonnollisestikin talviaikaista tilannetta, jonka erityispiirteenä on natriumkloridin käyttö tien liukkauden estämiseksi. Myös lumen auraus vaikuttaa tien lähialueen ympäristökuormitukseen. Lisäksi tien varrella olevat lumikinokset vaikuttavat epäpuhtauksien leviämiseen.



Varaustus  
pöytä → 300 m  
90% lyijystä gää  
10 metrin matkalle

Lyijyn suhteen tutkimustulokset ovat lähes poikkeuksetta esitettävissä tilastollisesti erittäin merkitsevästi. Ne kuvaavat pakokaasujen lyijyn vaikutusalueita hyvin, mitä osoittaa myös johdonmukainen riippuvuus liikennemäärästä.

Lumen pH:n, sähkönjohtokyvyn ja kloridilaskeuman hyvä korrelaatio linjoittain, mutta heikko riippuvuus liikennemäärästä tukee käsitystä natriumkloridin vaikutuksen merkityksestä. Kaasumaisten epäpuhtauksien suhteen tutkimustulokset eivät ole yksiselitteiset.

Perustapauksien osalta havaintojoukko on edustava, mitä osoittaa tulosten johdonmukaisuus. Sensijaan muiden havaintopaikkamuuttujien (metsä, puustokaistale jne.) suhteen tulokset ovat viitteelliset.

Polyaromaattiset hiilivedyt ja kadmiumnäytteet olivat pistokokeita, joten tuloksia on myös arvioitava alustavina.

Sademäärä tutkimusaikana vastasi verrattain hyvin pitkäaikaista keskiarvoa vv.1931-1960, sen painottuminen alkutalveen ei haitannut tutkimusta (ILMATIETEEN LAITOS 1982).

## 6. JOHTOPÄÄTÖKSET

Tausta-arvot vaihtelevat havaintoalueiden sijainnista riippuen merkittävästi. Elinkeino-, lääkintö- ja maatalahallituksen tienvarsiviljelyä koskevan eri liikennemääriin pohjautuvan suosituksen uudelleenarviointi tai täsmennys voikin olla aiheellista. Esimerkiksi kokonaislyijykuormituksen kannalta keskimäärin 7500 ajoneuvoa vuorokaudessa Järvelässä vastaa keskimääräistä vuorokausiliikennettä 3000 Keimolassa.

Tieliikenteen ilman kautta aiheuttama ympäristökuormitus on tutkimustulosten perusteella esitettävissä perustapauksissa liikennemäärän ja etäisyyden tiestä suhteen. Suunnittelun apuvälineenä käytettävien nomogrammien laatiminen metsään tai puustokaistaleeseen rajoittuvalla sekä penkereellä tai leikkauksessa olevalle tieosuudelle edellyttää nyt niiden osalta toteutettua suurempaa havaintojoukkoa.

Pakokaasupäästöjen kannalta lyijytulokset olivat merkittävimmät. Toisaalta polysyklisten aromaattisten hiilivetyjen pitoisuudet lumessa olivat selvästi suuremmat kuin Saksan Liittotasavallassa on talousvedessä sallittu, minkä syy ja merkitys on erikseen selvitettävä. Kloridilaskeuman seuranta on perusteltua teiden suolauksen vaikutuksia arvioitaessa.

*varustus  
kasvillisuus  
polkupyörä*

Salpakankaalla 30. päivänä marraskuuta 1982

INSINÖÖRITOIMISTO PAAVO RISTOLA OY

Matti Ettala

Lauri Waltari



## KUVALUETTELO

- Kuva 1. Maaperän lyijypitoisuuden vaihtelu riippuen näytteenottosyvyydestä ja etäisyydestä tiestä (GARCIA-MIRAGAYA, J. 1981)
- Kuva 2. Italian raiheinän (*Lolium multiflorum*) lyijypitoisuuden riippuvuus laskeumasta (IMPENS, R. et al 1981)
- Kuva 3. Kadmiumpitoisuus Cdmol/g tuorepainoa 1-10  $\mu$ M Cd-ravintoliuoksessa 1-2 viikkoa kasvatettujen eri kasvien juurissa ja versoissa (PETTERSSON, O. 1977)
- Kuva 4. Liikennemäärän, lyijylaskeuman ja etäisyyden välinen riippuvuus

## TAULUKKOLUETTELO

- Taulukko 1. Ominaispäästöt päästögrammoina ajoneuvokilometriä kohti (TVH 1981)
- Taulukko 2. Havaintopaikkojen jakautuminen eri muuttujien suhteen
- Taulukko 3. Lumen lyijypitoisuuden tausta-arvo, suurin arvo ja talousvedelle asetetun enimmäispitoisuuden (0,05 mgPb/l) ylittäneiden havaintojen lukumäärä

## KARTTALUETTELO

- 2702.1 Tutkimusaluekartta 1:750 000

LIITELUETTELO

- 1/2702 Ennakkonäytteet 16.2.1982, tutkimustulokset
- 2/2702 Ennakkonäytteet 1.3.1982, tutkimustulokset
- 3/2702 Polysyklisen aromaattisten hiilivetyjen analysointia koskevat pääperiaatteet ja määritysraja-arvot
- Funktioiden kuvaajat, perustapaukset linjoittain
- 4.1-4.5/2702 Tieosuus 00003-103
- 5.1-5.5/2702 Tieosuus 00003-(105-106)
- 6.1-6.5/2702 Tieosuus 00004-(115-116)
- 7.1-7.5/2702 Tieosuus 00054-(017-018)
- 8.1-8.2/2702 Tieosuus 00295-003
- Funktioiden kuvaajat linjatyypeittäin
- 9.1-9.5/2702 Tieosuus 00003-103
- 10.1-10.5/2702 Tieosuus 00003-(105-106)
- 11.1-11.5/2702 Tieosuus 00004-(115-116)
- 12.1-12.5/2702 Tieosuus 00054-(017-018)
- 13.1-13.2/2702 Tieosuus 00295-003
- 14.1-14.3/2702 Funktioiden kuvaajat, perustapaukset havainto-alueittain tausta vähennettynä
- 15/2702 Funktioiden kuvaajat, metsälinjat havaintoalueittain tausta vähennettynä
- 16/2702 Tausta-arvot ja kadmiumlaskeuma
- Tutkimustulosten riippuvuutta etäisyydestä kuvaava yhtälö, sitä koskeva korrelaatio ja tilastollinen merkitsevyys linjoittain
- 17.1-17.6/2702 Tieosuus 00003-103
- 18.1-18.5/2702 Tieosuus 00003-(105-106)
- 19.1-19.5/2702 Tieosuus 00004-(115-116)
- 20.1-20.5/2702 Tieosuus 00054-(017-018)
- 21.1-21.6/2702 Tieosuus 00295-003



- 22/2702 Perustapauksien tutkimustuloksista vakioetäisyyksillä lasketut lyijylaskeuman ja liikennemäärän väliset yhtälöt sekä niiden kuvaajat
- 23/2702 Näytteiden vesiosien PAH-pitoisuudet
- 24/2702 Näytteiden sakkojen PAH-pitoisuudet laskettuna mg/l vettä kohti
- 25/2702 PAH-laskeuma ( $\text{mgPAH/m}^2/\text{kk}$ )

LÄHDELUETTELO

- ANDERSSON, A. 1976 On the Determination of Ecologically significant Fractions of some Heavy Metals in soils. Swedish Journal of agricultural Research 6 (1976) 1. 2. 19-25. Stockholm.
- Elinkeinhallitus 1979, 1980 Elintarvikkeiden sisältämät vieraat aineet, elinkeinhallituksen ohjekirje n:o 3050/51/79, Helsinki.
- Elinkeinhallitus, lääkintöhallitus, maatilahallitus 1981, Suositus moottoriajoneuvoliikenteestä viljelykasveihin sekä luonnonvaraisiin marjoihin ja sieniin aiheutuvien epäpuhtauksien vähentämiseksi, Helsinki.
- GARCIA-MIRAGAYA, J. 1981, Levels, chemical Forms and Solubility of Lead in Roadside Soils of Caracas, Venezuela, WHO, International Conference Heavy Metals in the Environment s. 728-732, Amsterdam
- HOVSENIUS, G. et al 1975, Avloppslam som jordförbättrings-, gödnings- och jordersättningsmedel, Nordforsk miljövärdsssekretariatet 1975:3. s.7-22. Helsinki
- HÄRDH, A. 1978 Raskasmetallien esiintyminen ravintokasveissa, Ympäristö ja Terveys 1978:1, s. 27, Lahti.
- HUTTUNEN, S. et al 1982 Seurantatutkimus polysyklisten aro-maattisten hiilivetyjen esiintymisestä rehukaalin lehdissä Porvoon maalaiskunnassa 1981, Porvoon maalaiskunta, Ympäristönsuojelulautakunta tiedottaa 4/1982, Porvoo.
- Ilmansuojelulaki 67/1982
- Ilmatieteen laitos 1982, Kuukausikatsaus Suomen ilmastoon joulukuu 1981 - maaliskuu 1982
- IMPENS, R. et al 1981 Heavy Metals and their Significance for Crops, WHO, International Conference Heavy Metals in the Environment s. 383-386, Amsterdam



- LAIHO, A. 1982 Esitelmä ilmansuojeluyhdistyksen vuosikokouksessa 11.3.1982, Espoo.
- Laki yleisistä teistä 243/1954 (muutos 51/1981)
- Lääkintöhallitus 1977, Ohjeet terveydellisten haittojen estämiseksi jätevesilietteitä hyödynnettäessä, Lääkintöhallituksen yleiskirje n:o 1637, Helsinki
- Lääkintöhallitus 1978, Terveystoimintalain (469/65) ja -asetuksen (55/67) nojalla annetut ilman terveydellisen laadun valvontaa koskevat ohjeet, Lääkintöhallituksen yleiskirje n:o 1664, Helsinki.
- Lääkintöhallitus 1980, Talousveden terveydellisen laadun valvonta, Lääkintöhallituksen yleiskirje n:o 1701, Helsinki.
- MUSKETT, C.J. 1981 The Influence of some Motor Vehicle derived Heavy Metals on terrestrial Ecosystems, WHO, International Conference Heavy Metals in the Environment s. 259-262, Amsterdam.
- NORDMAN, H. 1975 Environmental Lead Exposure in Finland, Työterveyslaitos, Helsinki.
- OPHUS, E. 1976 Opptaksmåter, belastning og sykelighet av bly i bymiljøer. Trondheim.
- PETTERSSON, O. 1977 Differences in Cadmium Uptake between Plant Species and Cultivars. Swedish Journal of agricultural Research 7 (1977) 1. s. 21-24, Stockholm.
- Sisäasiainministeriö 1981a, Käytetyn voiteluöljyn hyötykäytölle asetettavia vaatimuksia, Ympäristösuojeluosaston julkaisu, sarja A:8, Helsinki
- Sisäasiainministeriö 1981b, Tieliikenteen ilmansuojeluselvitys, Ympäristösuojeluosaston julkaisu, sarja A:7, Helsinki.

Suomen Standardisoimisliitto 1977, SFS 3863 Leijuvan pölyn  
määrittäminen ilmasta. Tehokeräysmenetelmä.

Suomen Standardisoimisliitto 1978, SFS 3865 Laskeuman mää-  
rittäminen.

Terveystoimilaki 469/1965

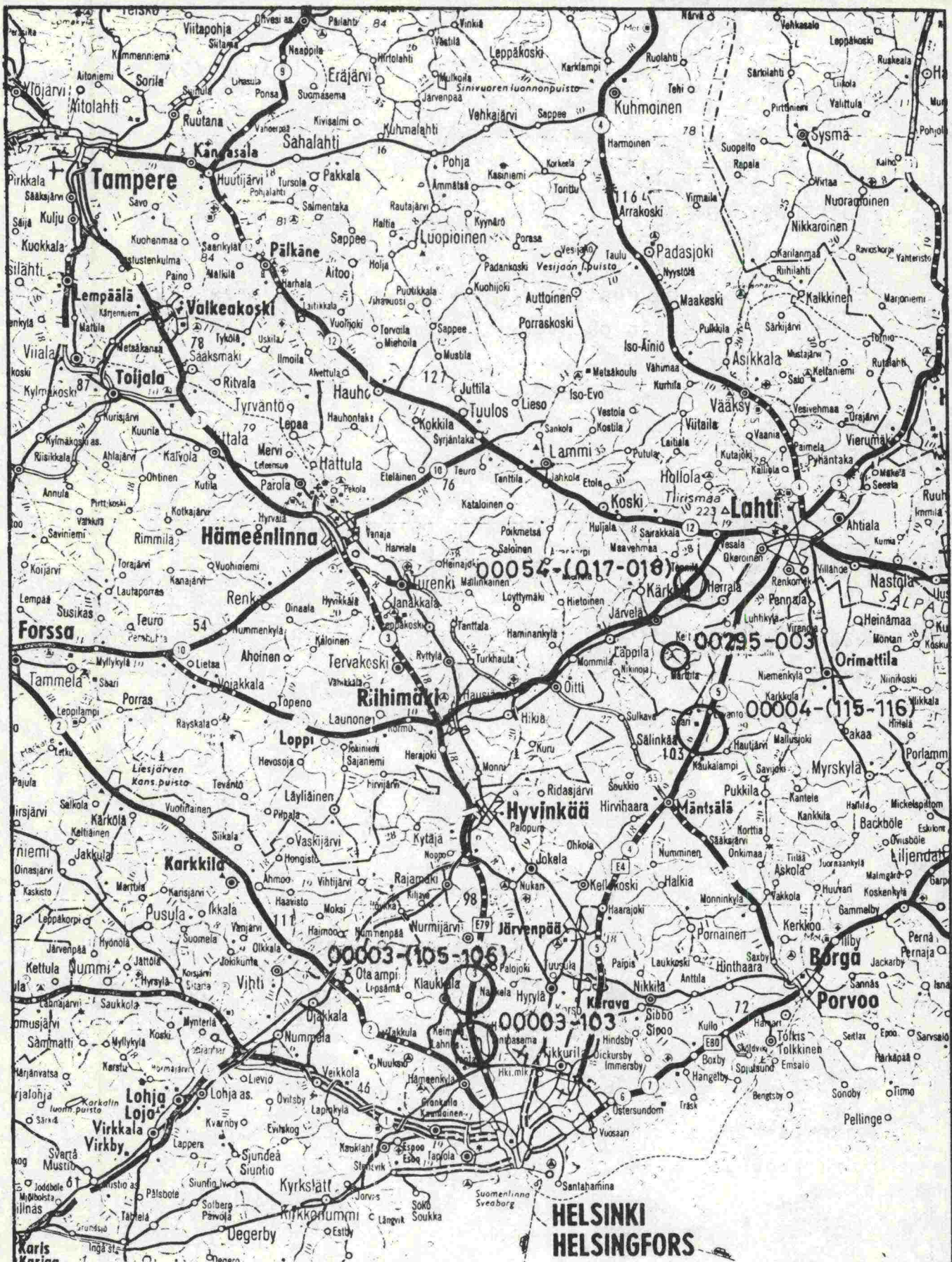
Tie- ja vesirakennushallitus 1973, Liikenteen haittavaiku-  
tukset elinympäristöön, Tiensuunnitteluosaston  
tutkimuksia TVH 2.397, Helsinki.

Tie- ja vesirakennushallitus 1981a, Tieliikenteen ympäristö-  
haittojen seuranta, Liikennetoimisto, Helsinki.

Tie- ja vesirakennushallitus 1981b, Tierakisteri 20.7.1981.

WEIL, J. et al 1980, Neue Methode zur semiquantitativen  
Erfassung polycyclischer Kohlenwasserstoffe im  
Trinkwasser, GIT Fachz. Lab. 24. Jg 6/80 s.538-540.





TIE - JA VESIRAKENNUSHALLITUS

TIELIIKENTEEN YMPÄRISTÖVAIKUTUSTUTKIMUS

TUTKIMUSALUEKARTTA

PAIVÄYS 30.11.1982

SUUNN. *Antti Rönkä*

HYV. *Antti Rönkä*

MK. 1:750 000

PIIR.NO 2702.1



INSINÖÖRITOIMISTO PAAVO RISTOLA OY



ENNAKKONÄYTTEET 16.2.1982

TUTKIMUSTULOKSET

Etäisyys tien reunasta (r [m] ) laskeuma (mg/m<sup>2</sup>/kk) sekä  
lumen pH ja sähkönjohtavuus [mS/m]

TIE 00004 - 116 - 1100

KVL 5635

r	Pb	Cl	SO <sub>4</sub>	pH	γ <sub>25</sub>
10	1,14	309	157	5,8	3,7
25	0,97	134	120	4,8	2,7
50	0,66	66	103	4,6	2,5
100	0,75	49	84	4,5	2,5
korrelaatiok. merkitsevyys	0,91	1,00 ***	1,00 ***		

TIE 00295 - 03 - 1200

KVL 602

r	Pb	Cl	SO <sub>4</sub>	pH	γ <sub>25</sub>
10	0,86	922	133	4,6	7,5
25	0,56	66	108	4,4	2,6
50	0,46	57	98	4,5	2,2
100	0,36	44	89	4,3	2,6
korrelaatiok. merkitsevyys	1,00	0,96 **	0,99 **		



ENNAKKONÄYTTEET 1.3.1982

TUTKIMUSTULOKSET

Etäisyys tien reunasta ( $r$  [m] ), laskeuma ( $\text{mg}/\text{m}^2/\text{kk}$ ) sekä  
pH ja sähkönjohtavuus ( $\text{mS}/\text{m}$ )

TIE 00003 - 103 - 6000

KVL 14 300

$r$	Pb	C1	$\text{SO}_4$	pH	$\gamma_{25}$
10	1,10	460	201	5,4	5,4
50	0,93	105	141	4,4	3,8
100	0,73	73	138	4,3	4,1
200	0,77	63	150	4,3	3,9
300	0,82	65	124	4,2	4,8
500	0,65	50	133	4,1	4,9
korrelaatiok. merkitsevyys	0,90 *	1,0 ***	0,95 **		
tausta	0,50	45	113	4,2	4,3

POLYSYKLISTEN AROMAATTISTEN HIILIVETYJEN ANALYSOINTIA  
KOSKEVAT PÄÄPERIAATTEET JA MÄÄRITYSRAJA-ARVOT

Sulatetusta lumesta on määritetty polysykliset aromaattiset hiilivedyt (PAH) sekä vesiosasta että vesinäytteen suodatuksessa jääneestä sakasta.

Sakka suodatinpapereineen on leikattu pieniksi palasiksi, joihin sekoitettiin 20 ml eetteriä ja suodatettiin sekä haihdutettiin kuiviin. Haihdutusjäännös liuotettiin 0,5 ml:aan heksaania, josta 10 µl injektoidiin HPLC-laitteeseen. PAH-yhdisteet on määritetty kromatogrammeista.

Määritysraja-arvot (ng/l) ovat seuraavat:

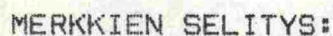
	vesi	sakka
fluoranteeni	1	184
bentso(b)fluoranteeni	0,2	63
bentso(k)fluoranteeni	0,05	34
bentso(a)pyreeni	1	
bentso(ghi)peryleeni	2	



48794 48795 48796 48797 48798 48799 48800 48801 48802 48803 48804 48805 48806 48807 48808 48809 48810 48811 48812 48813 48814 48815 48816 48817 48818 48819 48820 48821 48822 48823 48824 48825 48826 48827 48828 48829 48830 48831 48832 48833 48834 48835 48836 48837 48838 48839 48840 48841 48842 48843 48844 48845 48846 48847 48848 48849 48850 48851 48852 48853 48854 48855 48856 48857 48858 48859 48860 48861 48862 48863 48864 48865 48866 48867 48868 48869 48870 48871 48872 48873 48874 48875 48876 48877 48878 48879 48880 48881 48882 48883 48884 48885 48886 48887 48888 48889 48890 48891 48892 48893 48894 48895 48896 48897 48898 48899 48900 48901 48902 48903 48904 48905 48906 48907 48908 48909 48910 48911 48912 48913 48914 48915 48916 48917 48918 48919 48920 48921 48922 48923 48924 48925 48926 48927 48928 48929 48930 48931 48932 48933 48934 48935 48936 48937 48938 48939 48940 48941 48942 48943 48944 48945 48946 48947 48948 48949 48950 48951 48952 48953 48954 48955 48956 48957 48958 48959 48960 48961 48962 48963 48964 48965 48966 48967 48968 48969 48970 48971 48972 48973 48974 48975 48976 48977 48978 48979 48980 48981 48982 48983 48984 48985 48986 48987 48988 48989 48990 48991 48992 48993 48994 48995 48996 48997 48998 48999 49000

HAVAINTOJEN LKM:	79
MAARITYS:	PH
TAUSTA:	4.6

PERUSTAPAUUS, LINJOITTAIN N= 41



1	=	LINJA	11-4400	N = 6
2	=	LINJA	11-5000	N = 6
3	=	LINJA	12-4400	N = 5
4	=	LINJA	12-5800	N = 6
5	=	LINJA	12-6000	N = 6
6	=	LINJA	12-6200	N = 6
7	=	LINJA	12-6400	N = 6

## TIE- JA VESIRAKENNUSHALLITUS

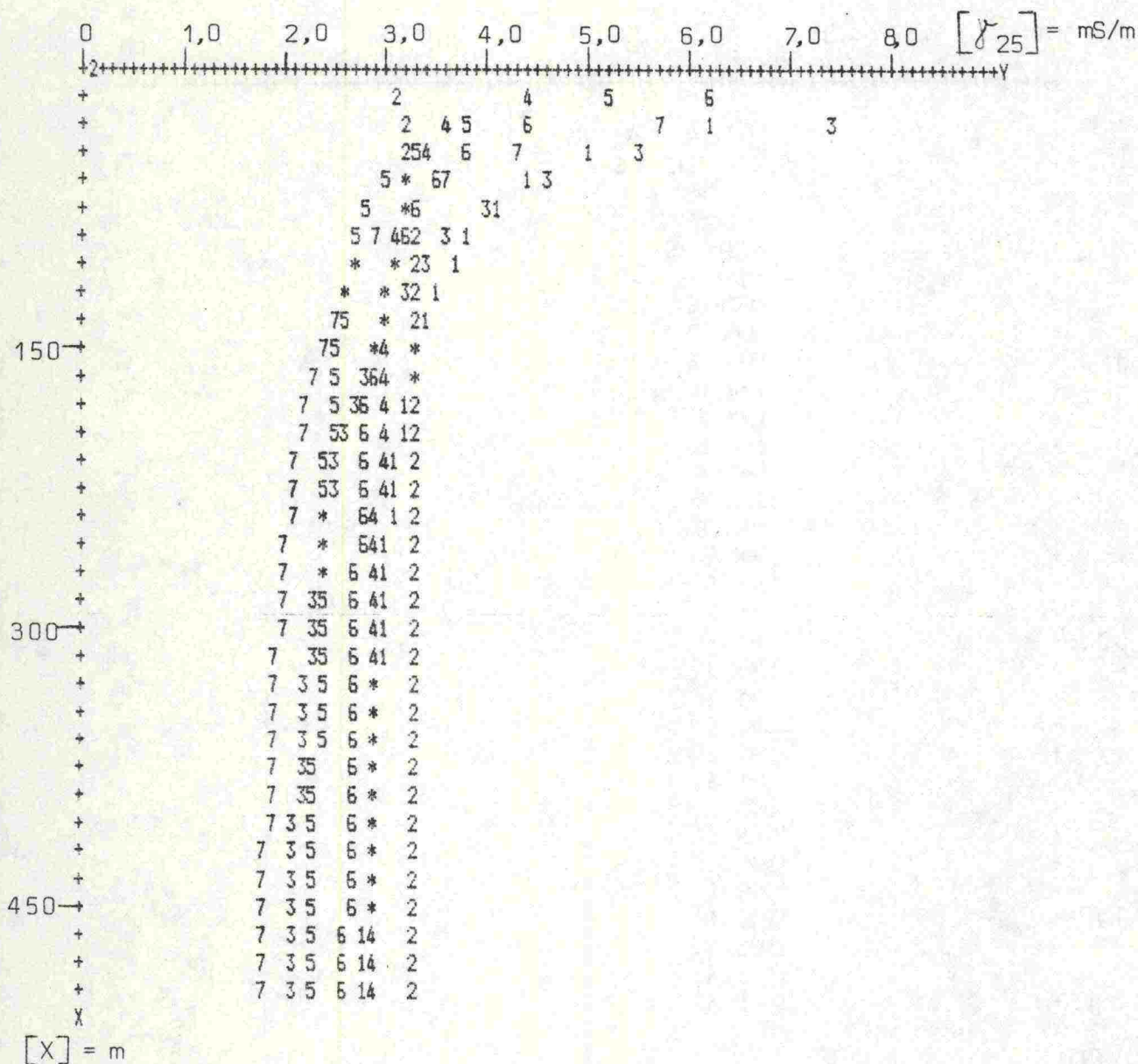
## TIELIIKENTEEN YMPARISTOVAIKUTUS

AIKA: TALVI 1981-1982  
 PAIKKA: KEIMOLA 00003-103  
 LIIKENNEMAARA: KVL 14300

HAVAINTOJEN LKM: 79  
 MAARITYS: SAHKONJOHTAVUUS  
 TAUSTA: 2.9 MS/M

## FUNKTIOIDEN KUVAAJAT

PERUSTAPAUUS, LINJOITTAIN N=41



## MERKKIEN SELITYS:

- 1 = LINJA 11-4400 N=6
- 2 = LINJA 11-5000 N=6
- 3 = LINJA 12-4400 N=5
- 4 = LINJA 12-5800 N=6
- 5 = LINJA 12-6000 N=6
- 6 = LINJA 12-6200 N=6
- 7 = LINJA 12-6400 N=6



[illegible]

## FUNKTIOIDEN KUVAAJAT

$$[X] = m$$

1	=	LINJA	11-4400	N-6
2	=	LINJA	11-5000	N-6
3	=	LINJA	12-4400	N-5
4	=	LINJA	12-5800	N-6
5	=	LINJA	12-5000	N-6
6	=	LINJA	12-6200	N-6
7	=	LINJA	12-6400	N-6

## TIE- JA VESIRAKENNUSHALLITUS

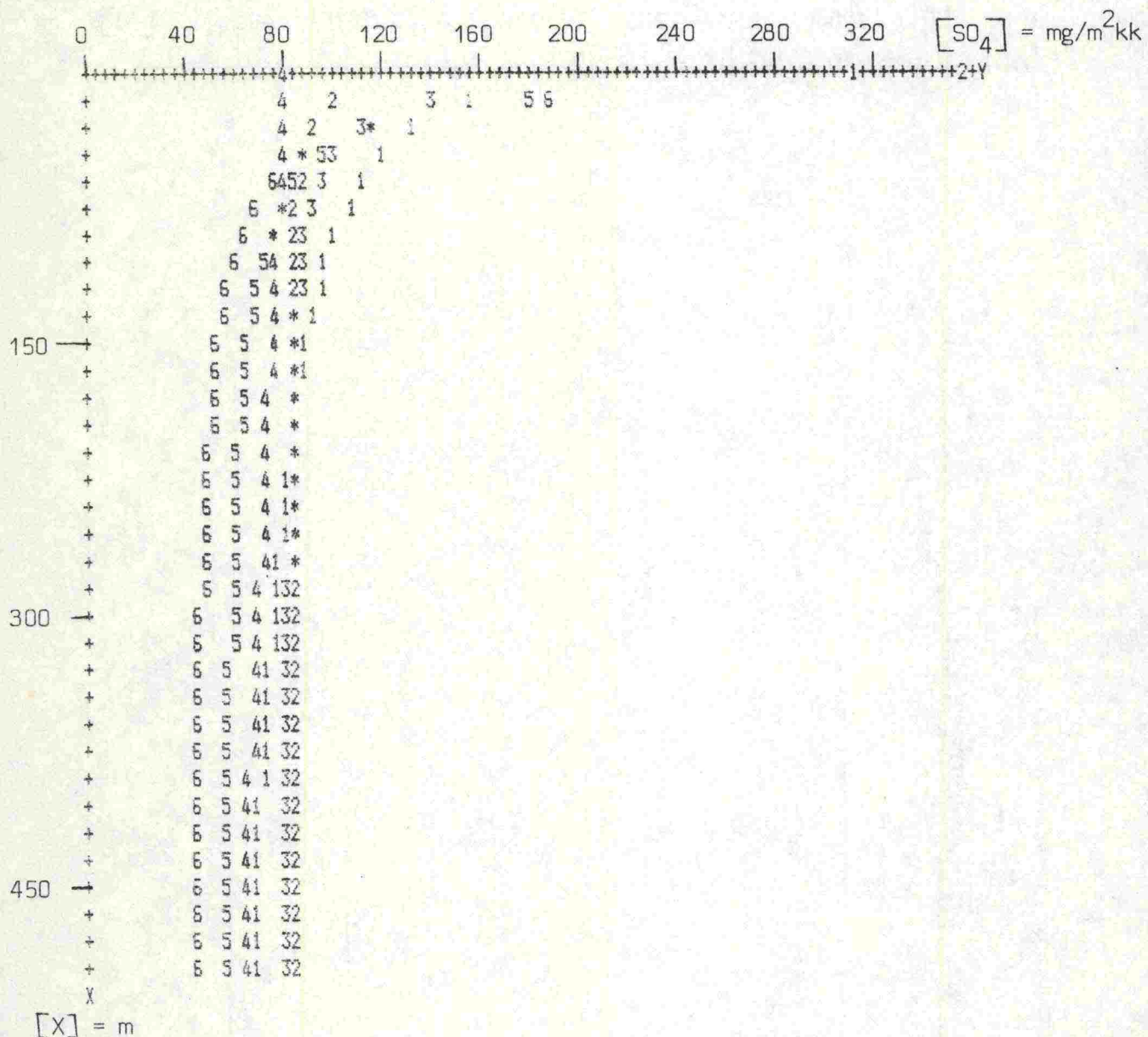
## TIELIIKENTEEN YMPARISTOVAIKUTUS

AIKA: TALVI 1981-1982  
 PAIKKA: KEIMOLA 00003-103  
 LIIKENNEMAARA: KVL 14300

HAVAINTOJEN LKM: 79  
 MAARITYS: SULFAATTI  
 TAUSTA: 95 MG/M2KK

## FUNKTIOIDEN KUVAAJAT

PERUSTAPAUSET, LINJOITTAIN N=36



MERKKIEN SELITYS:

1 = LINJA 11-4400 N=6  
 2 = LINJA 11-5000 N=6  
 3 = LINJA 12-5800 N=6  
 4 = LINJA 12-6000 N=6  
 5 = LINJA 12-6200 N=6  
 6 = LINJA 12-6400 N=6



## TIE- JA VESIRAKENNUSHALLITUS

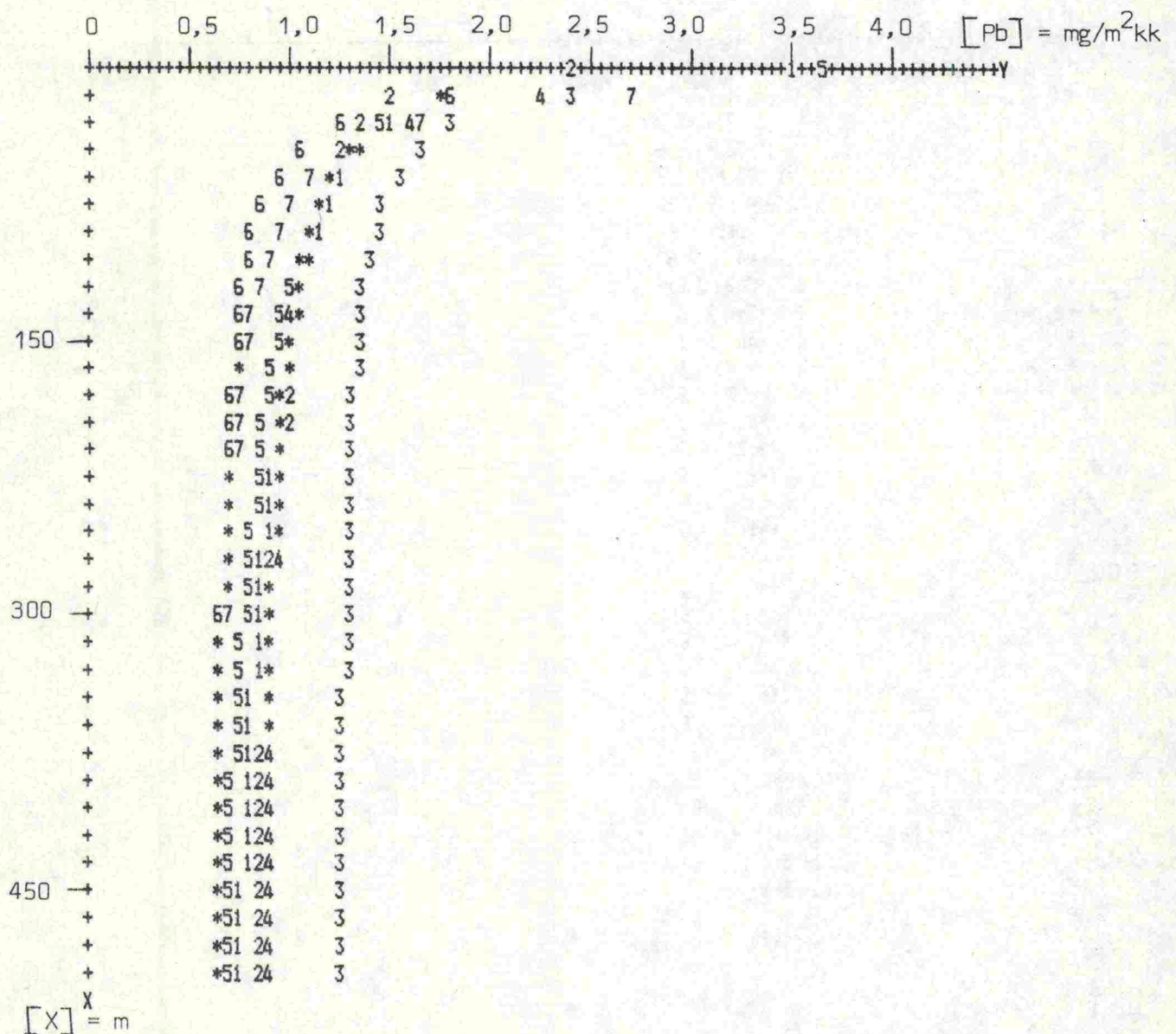
## TIELIIKENTEEN YMPARISTOVAIKUTUS

AIKA: TALVI 1981-1982  
 PAIKKA: KEIMOLA 00003-103  
 LIIKENNEMAARA: KVL 14300

HAVAINTOJEN LKM: 79  
 MAARITYS: LYIJY  
 TAUSTA: 0.7 MG/M2KK

## FUNKTIOIDEN KUVAAJAT

PERUSTAPAUUS, LINJOITTAIN N=41



MERKKIEN SELITYS:

1 = LINJA 11-4400 N=6  
 2 = LINJA 11-5000 N=6  
 3 = LINJA 12-4400 N=5  
 4 = LINJA 12-5800 N=6  
 5 = LINJA 12-6000 N=6  
 6 = LINJA 12-6200 N=6  
 7 = LINJA 12-6400 N=6

## TIE- JA VESIRAKENNUSHALLITUS

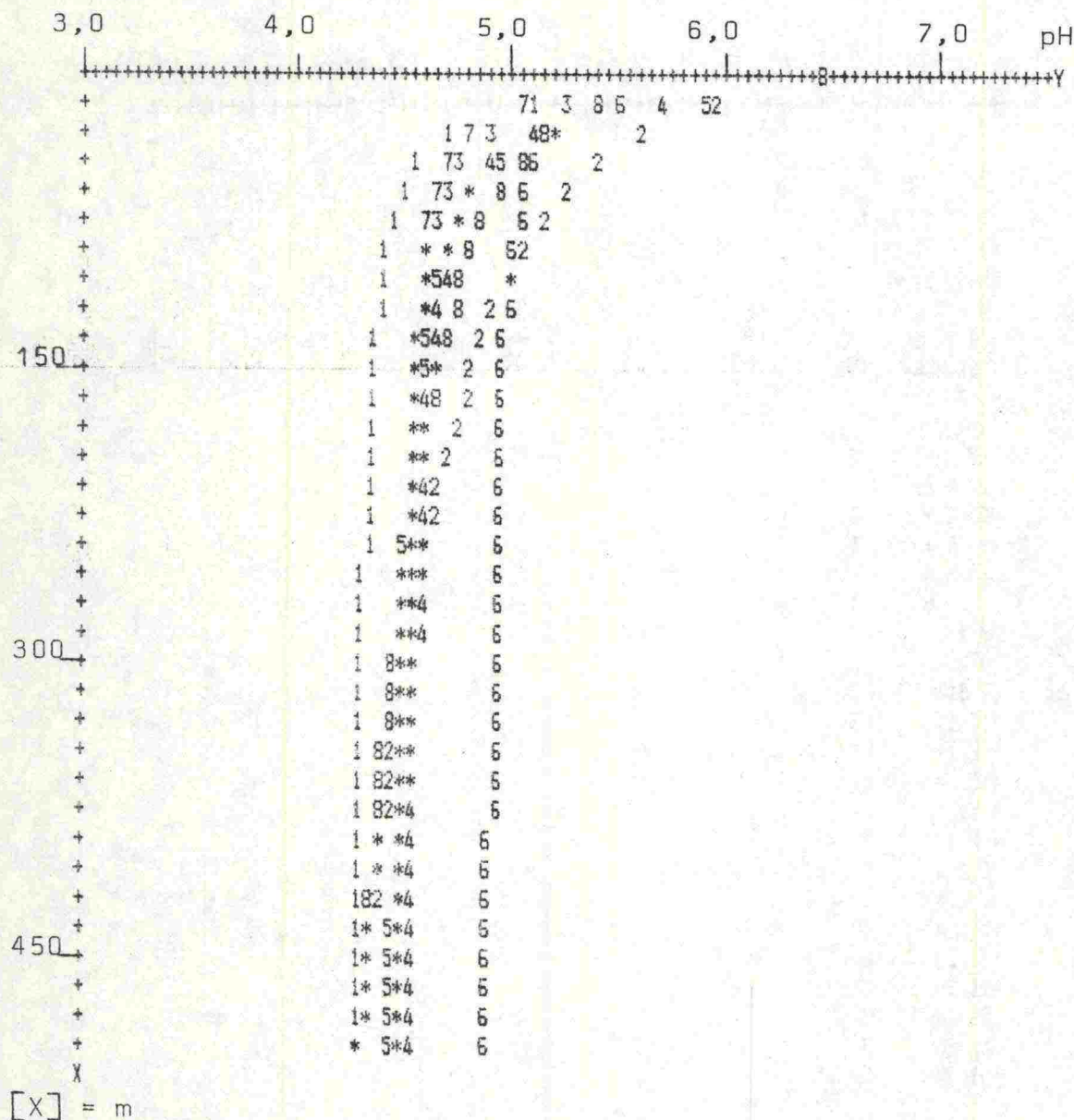
## TIELIIKENTEEN YMPARISTOVAIKUTUS

AIKA: TALVI 1981-1982  
 PAIKKA: KLAUKKALA 00003-(105-106)  
 LIIKENNEMAARA: KVL 8900-9300

HAVAINTOJEN LKM: 78  
 MAARITYS: PH  
 TAUSTA: 4.5

## FUNKTIOIDEN KUVAAJAT

PERUSTAPAUUS, LINJOITTAIN N=46



MERKKIEN SELITYS:

- 1 = LINJA 21-4300 N=6
- 2 = LINJA 21-4700 N=6
- 3 = LINJA 21-5400 N=6
- 4 = LINJA 21-8400 N=6
- 5 = LINJA 21-9600 N=6
- 6 = LINJA 22-4700 N=6
- 7 = LINJA 22-5400 N=5
- 8 = LINJA 22-5700 N=5



TIE- JA VESIRAKENNUSHALLITUS

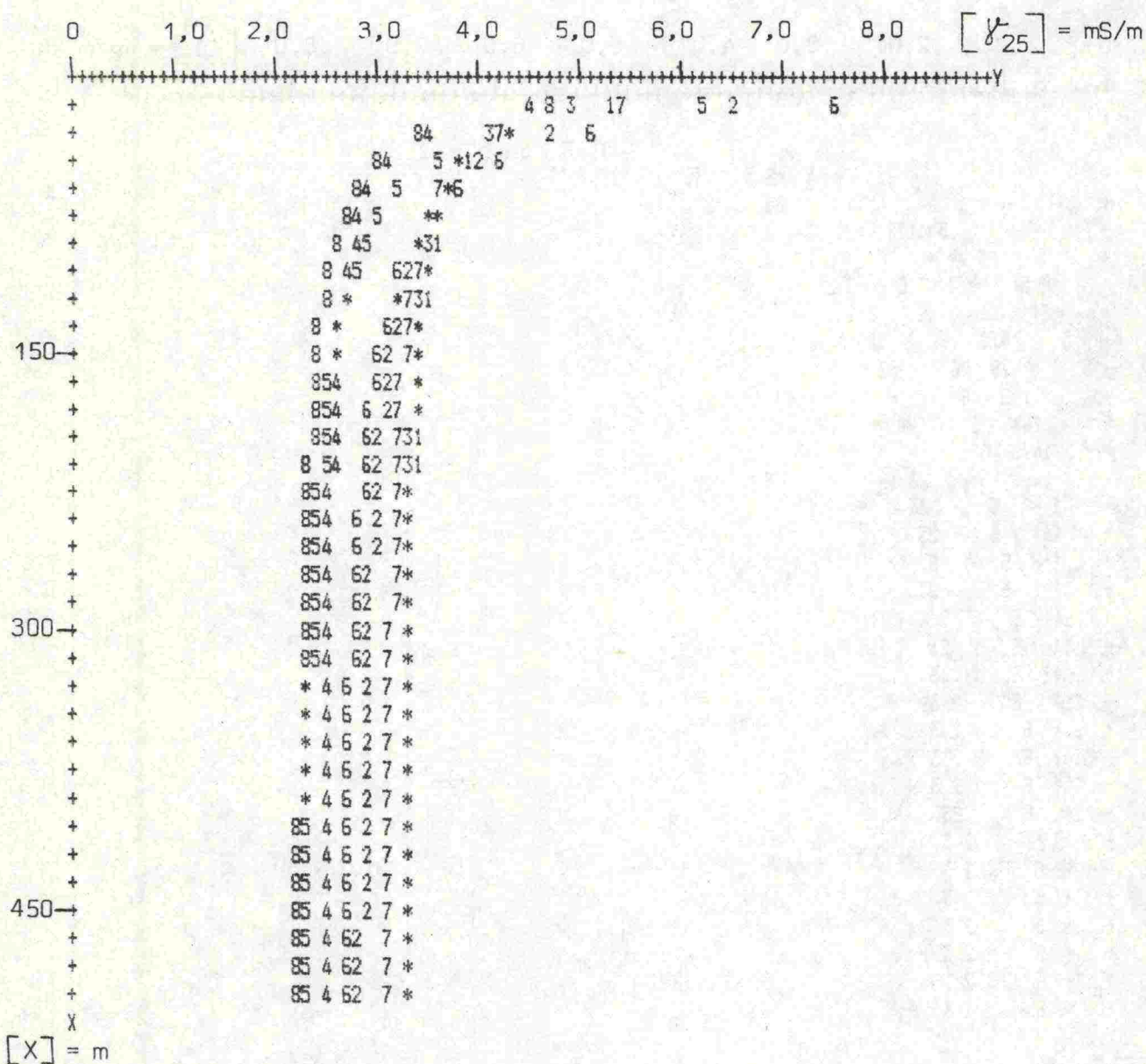
TIELIIKENTEEN YMPARISTOVAIKUTUS

AIKA:	TALVI	1981-1982
PAIKKA:	KLAUKKALA	00003-(105-106)
LIIKENNEMAARA:	KVL	8900-9300

HAVAINTOJEN LKM:	78
MAARITYS:	SAHKONJOHTAVUUS
TAUSTA:	2.9

## FUNKTIOIDEN KUVAAJAT

PERUSTAPAUUS, LINJOITTAIN N=46



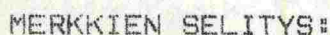
MERKKIEN SELITYS:

- |   |   |       |         |     |
|---|---|-------|---------|-----|
| 1 | = | LINJA | 21-4300 | N:6 |
| 2 | = | LINJA | 21-4700 | N:6 |
| 3 | = | LINJA | 21-5400 | N:6 |
| 4 | = | LINJA | 21-9400 | N:6 |
| 5 | = | LINJA | 21-9600 | N:6 |
| 6 | = | LINJA | 22-4700 | N:6 |
| 7 | = | LINJA | 22-5400 | N:5 |
| 8 | = | LINJA | 22-5700 | N:5 |

[illegible]

HAVAINTOJEN LKM: 78  
MAARITYS: KLORIDI  
TAUSTA: 40 MG/M2KK

PERUSTAPAUUS, LINJOITTAIN N=46



1	=	LINJA	21-4300	N=6
2	=	LINJA	21-4700	N=6
3	=	LINJA	21-5400	N=6
4	=	LINJA	21-9400	N=6
5	=	LINJA	21-9600	N=6
6	=	LINJA	22-4700	N=6
7	=	LINJA	22-5400	N=5
8	=	LINJA	22-5700	N=5



## TIE- JA VESIRAKENNUSHALLITUS

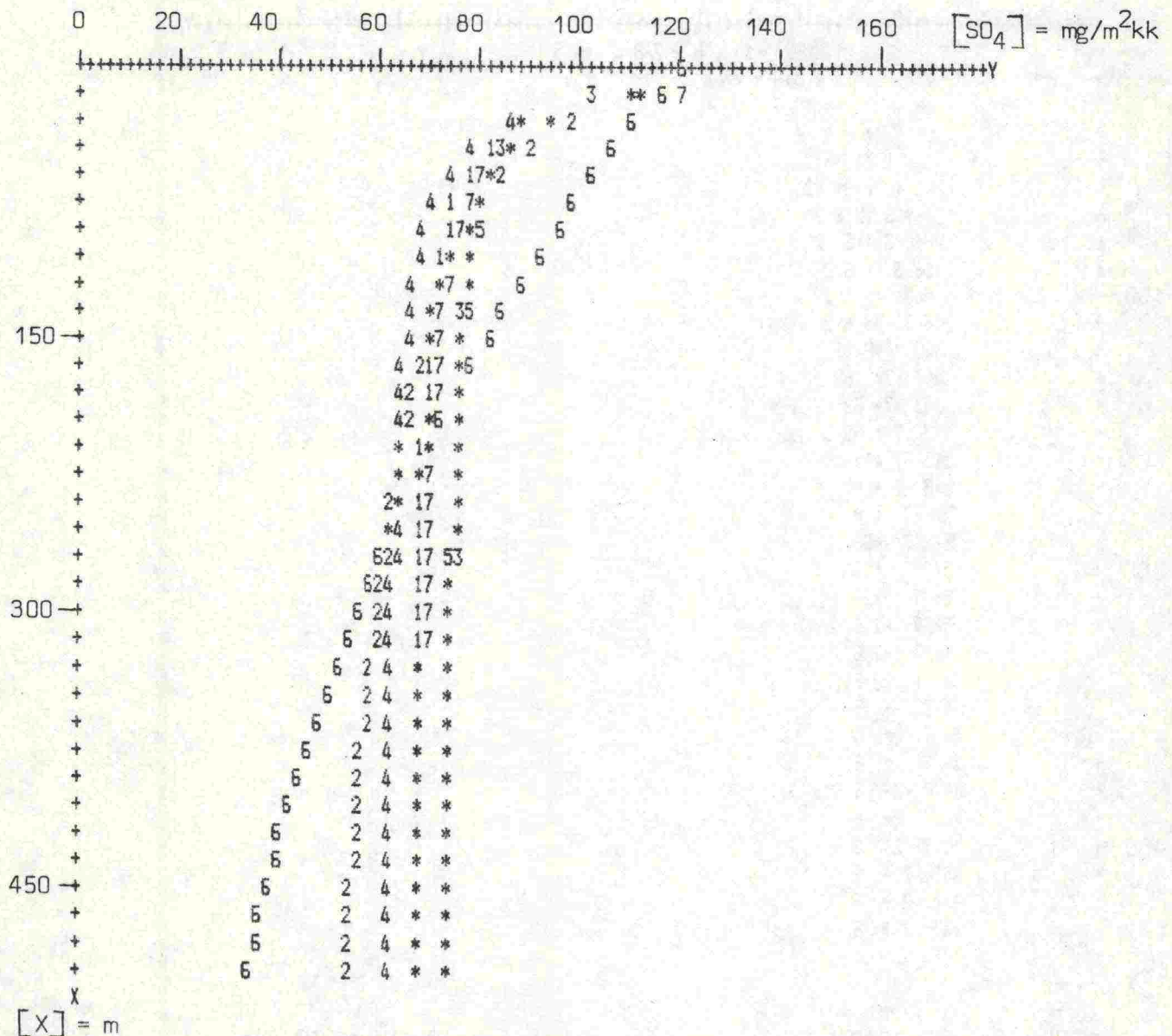
## TIELIIKENTEEN YMPARISTOVAIKUTUS

AIKA: TALVI 1981-1982  
 PAIKKA: KLAUKKALA 00003-(105-106)  
 LIIKENNEMAARA: KVL 8900-9300

HAVAINTOJEN LKM: 78  
 MAARITYS: SULFAATTI  
 TAUSTA: 70 MG/M<sup>2</sup>KK

## FUNKTIOIDEN KUVAAJAT

PERUSTAPAUUS, LINJOITTAIN N=40



MERKKIEN SELITYS:

1 = LINJA 21-4700 N=6  
 2 = LINJA 21-5400 N=6  
 3 = LINJA 21-9400 N=6  
 4 = LINJA 21-9600 N=6  
 5 = LINJA 22-4700 N=6  
 6 = LINJA 22-5400 N=5  
 7 = LINJA 22-5700 N=5

## TIE- JA VESIRAKENNUSHALLITUS

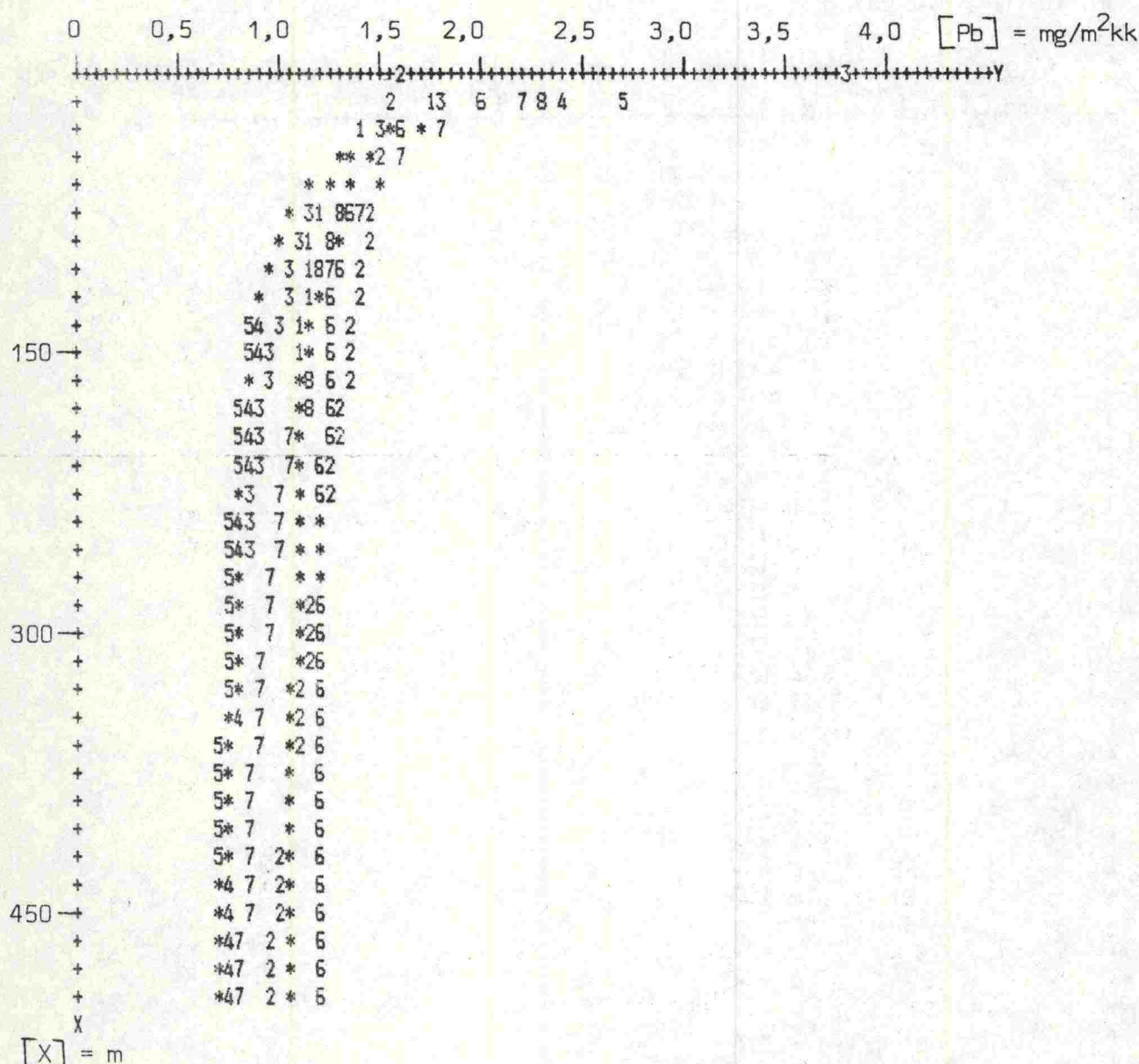
## TIELIIKENTEEN YMPARISTOVAIKUTUS

AIKA: TALVI 1981-1982  
 PAIKKA: KLAUKKALA 00003-(105-106)  
 LIIKENNEMAARA: KVL 8900-9300

HAVAINTOJEN LKM: 78  
 MAARITYS: LYIJY  
 TAUSTA: 0.8 MG/M2KK

## FUNKTIIDEN KUVAAJAT

PERUSTAPAUUS, LINJOITTAIN N=46



MERKKIEN SELITYS:

1 = LINJA 21-4300 N=6  
 2 = LINJA 21-4700 N=6  
 3 = LINJA 21-5400 N=6  
 4 = LINJA 21-9400 N=6  
 5 = LINJA 21-9600 N=6  
 6 = LINJA 22-4700 N=6  
 7 = LINJA 22-5400 N=5  
 8 = LINJA 22-5700 N=5



## TIE- JA VESIRAKENNUSHALLITUS

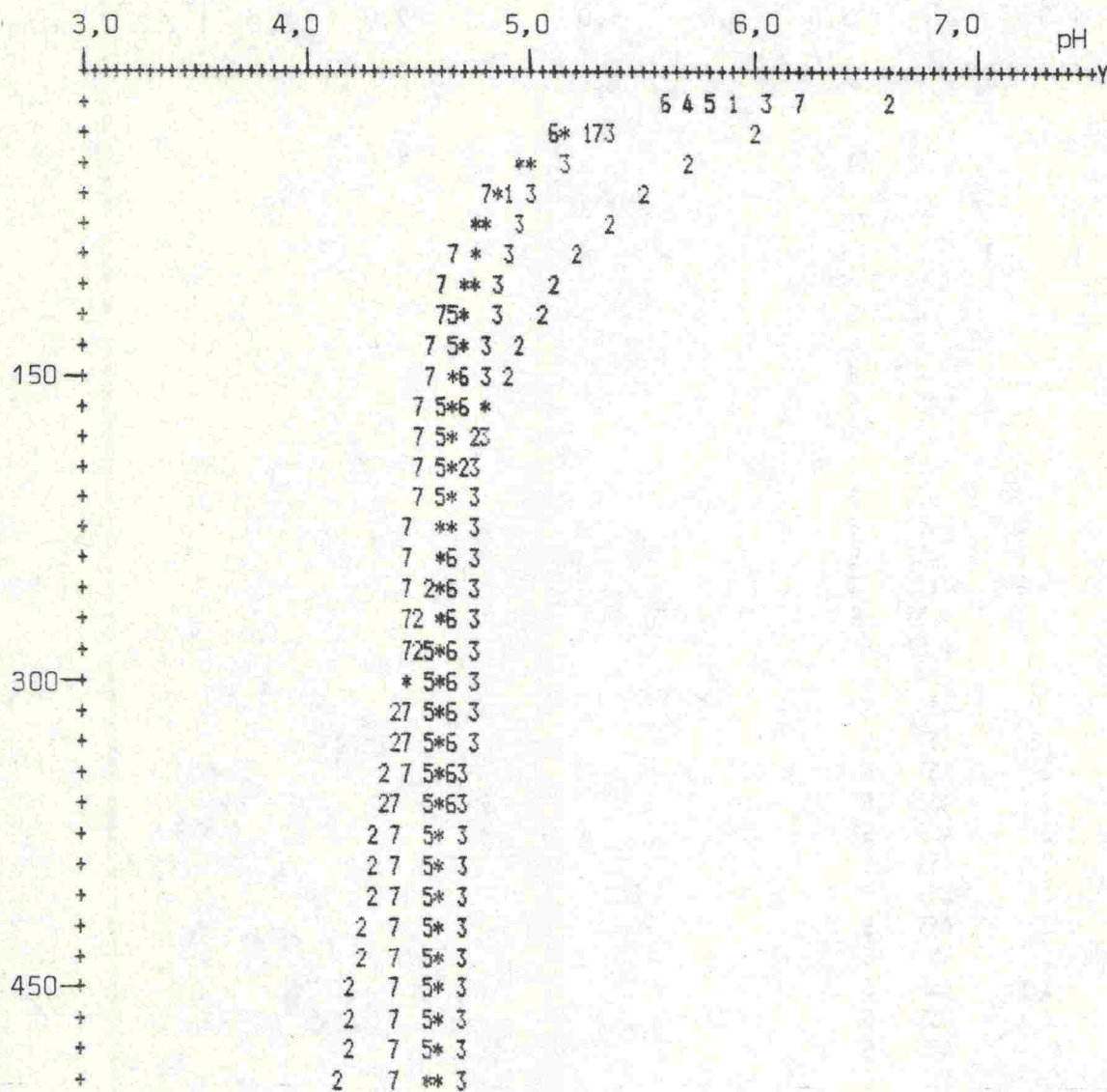
## TIELIIKENTEEN YMPARISTOVAIKUTUS

AIKA: TALVI 1981-1982  
 PAIKKA: LEVANTO 00004-(115-116)  
 LIIKENNEMAARA: KVL 5600-6000

HAVAINTOJEN LKM: 79  
 MAARITYS: PH  
 TAUSTA: 4.6

## FUNKTIOIDEN KUVAAJAT

PERUSTAPAUUS, LINJOITTAIN N: 42



[X] = m

MERKKIEN SELITYS:

- 1 = LINJA 31-0200 N:6
- 2 = LINJA 31-0400 N:6
- 3 = LINJA 31-5300 N:6
- 4 = LINJA 32-0400 N:6
- 5 = LINJA 32-1700 N:6
- 6 = LINJA 32-2300 N:6
- 7 = LINJA 32-2600 N:6

## TIE- JA VESIRAKENNUSHALLITUS

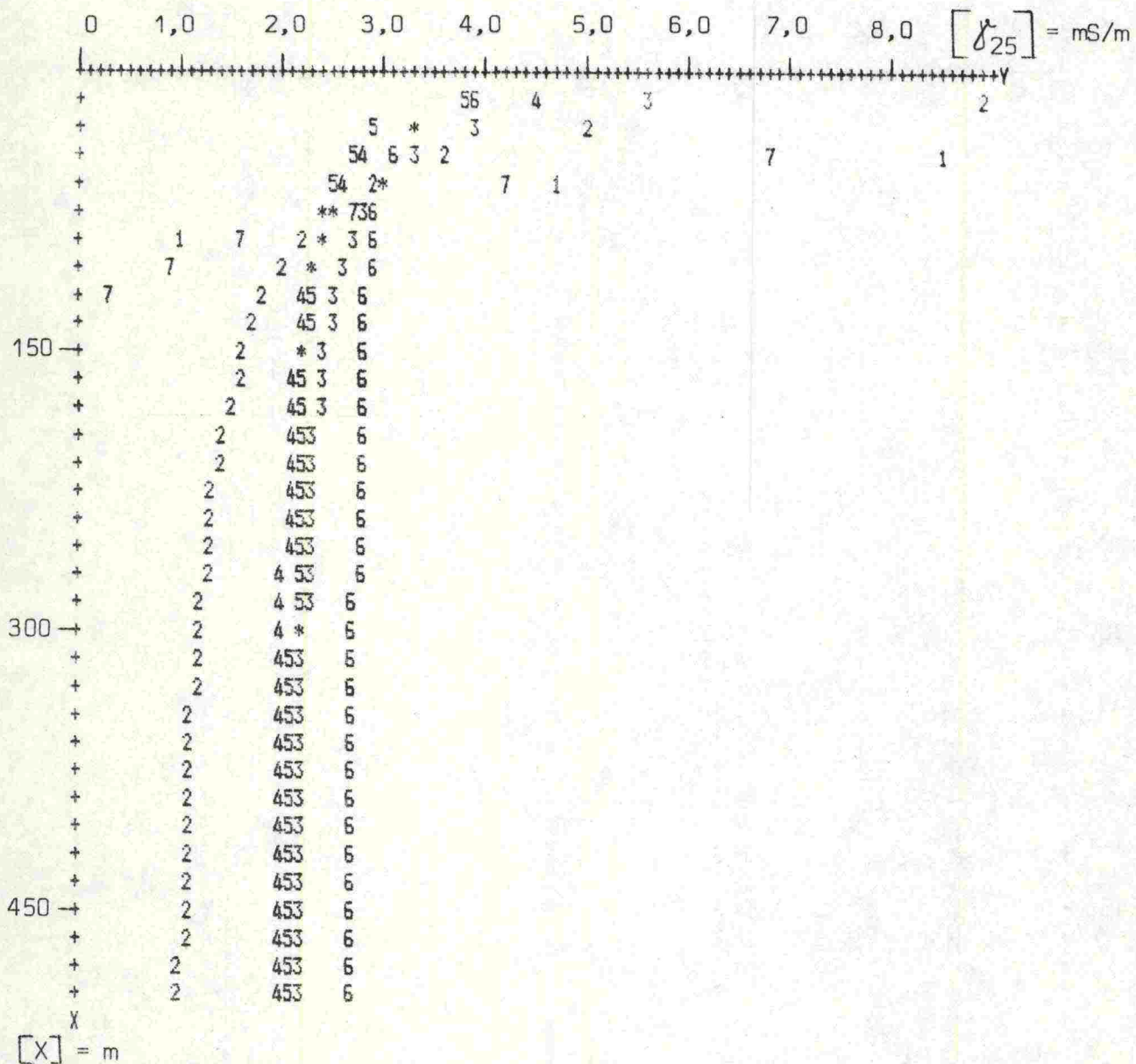
## TIELIIKENTEEN YMPARISTOVAIKUTUS

AIKA: TALVI 1981-1982  
 PAIKKA: LEVANTO 00004-(115-116)  
 LIIKENNEMAARA: KVL 5600-6000

HAVAINTOJEN LKM: 79  
 MAARITYS: SÄHKÖNJOHTAVUUS  
 TAUSTA: 2.3 MS/M

## FUNKTIOIDEN KUVAAJAT

PERUSTAPAUUS, LINJOITTAIN N. 42



MERKKIEN SELITYS:

- 1 = LINJA 31-0200 N.6
- 2 = LINJA 31-0400 N.6
- 3 = LINJA 31-5300 N.6
- 4 = LINJA 32-0400 N.6
- 5 = LINJA 32-1700 N.6
- 6 = LINJA 32-2300 N.6
- 7 = LINJA 32-2600 N.6



## TIE- JA VESIRAKENNUSHALLITUS

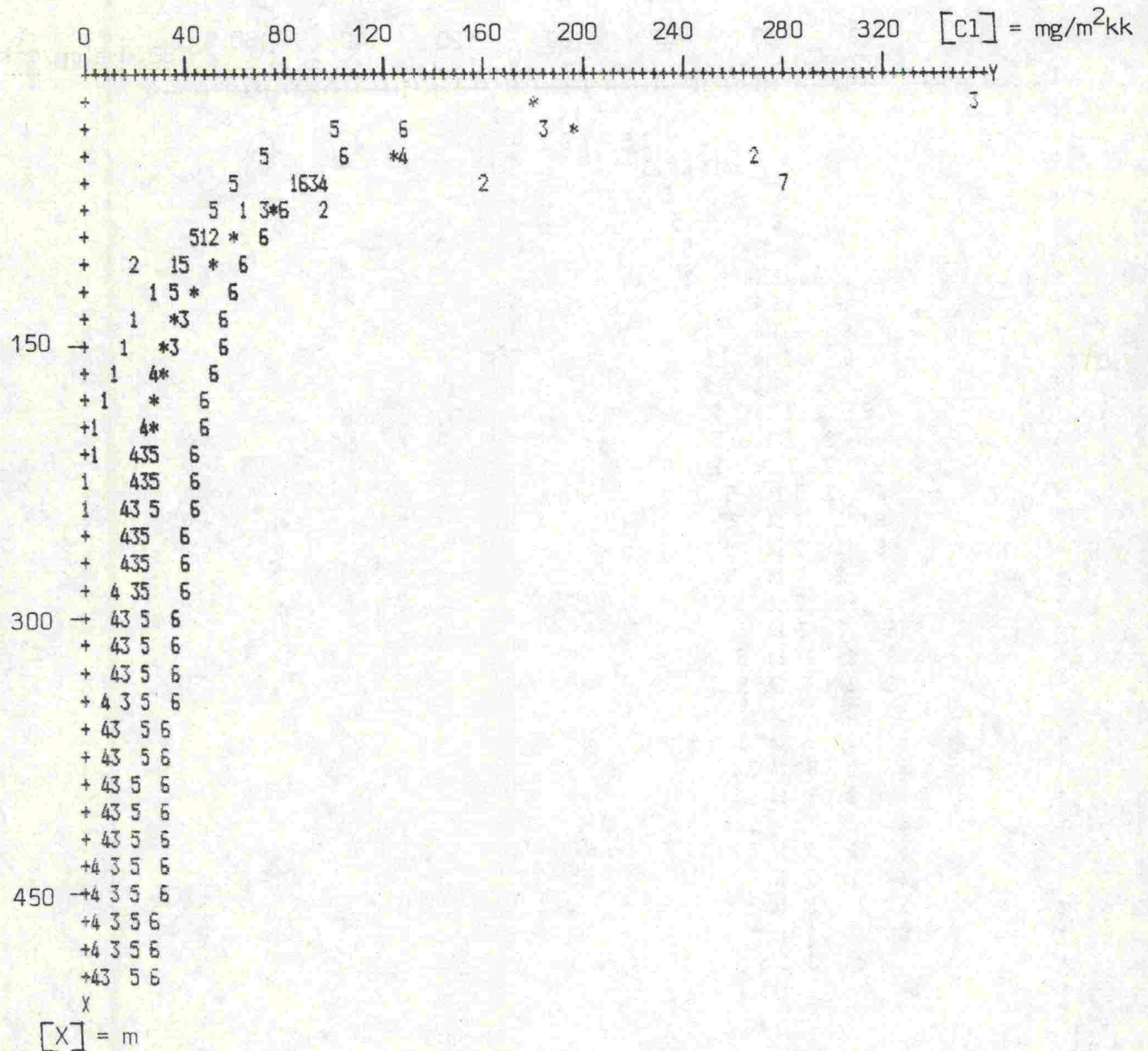
## TIELIIKENTEEN YMPARISTOVAIKUTUS

AIKA: TALVI 1981-1982  
 PAIKKA: LEVANTO 00004-(115-116)  
 LIIKENNEMAARA: KVL 5600-6000

HAVAINTOJEN LKM: 79  
 MAARITYS: KLOORIDI  
 TAUSTA: 45 MG/M<sup>2</sup>KK

## FUNKTIOIDEN KUVAAJAT

PERUSTAPAUUS, LINJOITTAIN N=42



MERKKIEN SELITYS:

1 = LINJA 31-0200 N:6  
 2 = LINJA 31-0400 N:6  
 3 = LINJA 31-5300 N:6  
 4 = LINJA 32-0400 N:6  
 5 = LINJA 32-1700 N:6  
 6 = LINJA 32-2300 N:6  
 7 = LINJA 32-2600 N:6

1998 1999 2000 2001 2002 2003 2004 2005 2006 2007 2008 2009 2010 2011 2012 2013 2014 2015 2016 2017 2018 2019 2020 2021 2022 2023 2024 2025 2026 2027 2028 2029 2030 2031 2032 2033 2034 2035 2036 2037 2038 2039 2040 2041 2042 2043 2044 2045 2046 2047 2048 2049 2050 2051 2052 2053 2054 2055 2056 2057 2058 2059 2060 2061 2062 2063 2064 2065 2066 2067 2068 2069 2070 2071 2072 2073 2074 2075 2076 2077 2078 2079 2080 2081 2082 2083 2084 2085 2086 2087 2088 2089 2090 2091 2092 2093 2094 2095 2096 2097 2098 2099 2100 2101 2102 2103 2104 2105 2106 2107 2108 2109 2110 2111 2112 2113 2114 2115 2116 2117 2118 2119 2120 2121 2122 2123 2124 2125 2126 2127 2128 2129 2130 2131 2132 2133 2134 2135 2136 2137 2138 2139 2140 2141 2142 2143 2144 2145 2146 2147 2148 2149 2150 2151 2152 2153 2154 2155 2156 2157 2158 2159 2160 2161 2162 2163 2164 2165 2166 2167 2168 2169 2170 2171 2172 2173 2174 2175 2176 2177 2178 2179 2180 2181 2182 2183 2184 2185 2186 2187 2188 2189 2190 2191 2192 2193 2194 2195 2196 2197 2198 2199 2200 2201 2202 2203 2204 2205 2206 2207 2208 2209 2210 2211 2212 2213 2214 2215 2216 2217 2218 2219 2220 2221 2222 2223 2224 2225 2226 2227 2228 2229 2230 2231 2232 2233 2234 2235 2236 2237 2238 2239 2240 2241 2242 2243 2244 2245 2246 2247 2248 2249 2250 2251 2252 2253 2254 2255 2256 2257 2258 2259 2260 2261 2262 2263 2264 2265 2266 2267 2268 2269 2270 2271 2272 2273 2274 2275 2276 2277 2278 2279 2280 2281 2282 2283 2284 2285 2286 2287 2288 2289 2290 2291 2292 2293 2294 2295 2296 2297 2298 2299 2300 2301 2302 2303 2304 2305 2306 2307 2308 2309 2310 2311 2312 2313 2314 2315 2316 2317 2318 2319 2320 2321 2322 2323 2324 2325 2326 2327 2328 2329 2330 2331 2332 2333 2334 2335 2336 2337 2338 2339 2340 2341 2342 2343 2344 2345 2346 2347 2348 2349 2350 2351 2352 2353 2354 2355 2356 2357 2358 2359 2360 2361 2362 2363 2364 2365 2366 2367 2368 2369 2370 2371 2372 2373 2374 2375 2376 2377 2378 2379 2380 2381 2382 2383 2384 2385 2386 2387 2388 2389 2390 2391 2392 2393 2394 2395 2396 2397 2398 2399 2400 2401 2402 2403 2404 2405 2406 2407 2408 2409 2410 2411 2412 2413 2414 2415 2416 2417 2418 2419 2420 2421 2422 2423 2424 2425 2426 2427 2428 2429 2430 2431 2432 2433 2434 2435 2436 2437 2438 2439 2440 2441 2442 2443 2444 2445 2446 2447 2448 2449 2450 2451 2452 2453 2454 2455 2456 2457 2458 2459 2460 2461 2462 2463 2464 2465 2466 2467 2468 2469 2470 2471 2472 2473 2474 2475 2476 2477 2478 2479 2480 2481 2482 2483 2484 2485 2486 2487 2488 2489 2490 2491 2492 2493 2494 2495 2496 2497 2498 2499 2500 2501 2502 2503 2504 2505 2506 2507 2508 2509 2510 2511 2512 2513 2514 2515 2516 2517 2518 2519 2520 2521 2522 2523 2524 2525 2526 2527 2528 2529 2530 2531 2532 2533 2534 2535 2536 2537 2538 2539 2540 2541 2542 2543 2544 2545 2546 2547 2548 2549 2550 2551 2552 2553 2554 2555 2556 2557 2558 2559 2560 2561 2562 2563 2564 2565 2566 2567 2568 2569 2570 2571 2572 2573 2574 2575 2576 2577 2578 2579 2580 2581 2582 2583 2584 2585 2586 2587 2588 2589 2590 2591 2592 2593 2594 2595 2596 2597 2598 2599 2600 2601 2602 2603 2604 2605 2606 2607 2608 2609 2610 2611 2612 2613 2614 2615 2616 2617 2618 2619 2620 2621 2622 2623 2624 2625 2626 2627 2628 2629 2630 2631 2632 2633 2634 2635 2636 2637 2638 2639 2640 2641 2642 2643 2644 2645 2646 2647 2648 2649 2650 2651 2652 2653 2654 2655 2656 2657 2658 2659 2660 2661 2662 2663 2664 2665 2666 2667 2668 2669 2670 2671 2672 2673 2674 2675 2676 2677 2678 2679 2680 2681 2682 2683 2684 2685 2686 2687 2688 2689 2690 2691 2692 2693 2694 2695 2696 2697 2698 2699 2700 2701 2702 2703 2704 2705 2706 2707 2708 2709 2710 2711 2712 2713 2714 2715 2716 2717 2718 2719 2720 2721 2722 2723 2724 2725 2726 2727 2728 2729 2730 2731 2732 2733 2734 2735 2736 2737 2738 2739 2740 2741 2742 2743 2744 2745 2746 2747 2748 2749 2750 2751 2752 2753 2754 2755 2756 2757 2758 2759 2760 2761 2762 2763 2764 2765 2766 2767 2768 2769 2770 2771 2772 2773 2774 2775 2776 2777 2778 2779 2780 2781 2782 2783 2784 2785 2786 2787 2788 2789 2790 2791 2792 2793 2794 2795 2796 2797 2798 2799 2800 2801 2802 2803 2804 2805 2806 2807 2808 2809 2810 2811 2812 2813 2814 2815 2816

## FUNKTIOIDEN KUVAAJAT

[illegible]

```

1 = LINJA 31-0200 N:6
2 = LINJA 31-0400 N:6
3 = LINJA 32-0400 N:6
4 = LINJA 32-1700 N:5
5 = LINJA 32-2300 N:6
6 = LINJA 32-2600 N:6

```



## TIE- JA VESIRAKENNUSHALLITUS

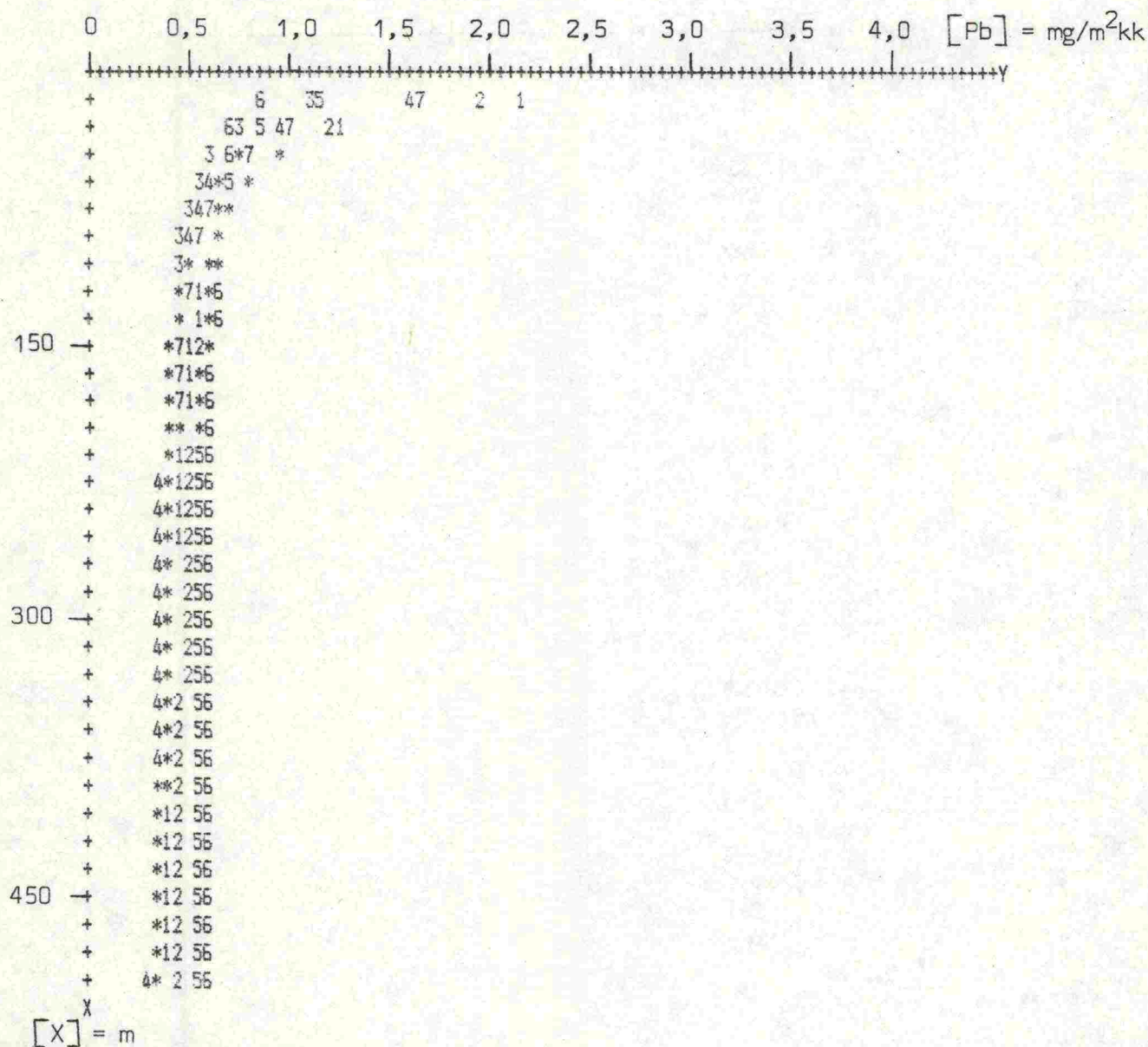
## TIELIIKENTEEN YMPARISTOVAIKUTUS

AIKA: TALVI 1981-1982  
 PAIKKA: LEVANTO 00004-(115-116)  
 LIIKENNEMAARA: KVL 5600-6000

HAVAINTOJEN LKM: 79  
 MAARITYS: LYIJY  
 TAUSTA: 0.5 MG/M2KK

## FUNKTIOIDEN KUVAAJAT

PERUSTAPAUUS, LINJOITTAIN N=42



MERKKIEN SELITYS:

- 1 = LINJA 31-0200 N:6
- 2 = LINJA 31-0400 N:6
- 3 = LINJA 31-5300 N:6
- 4 = LINJA 32-0400 N:6
- 5 = LINJA 32-1700 N:6
- 6 = LINJA 32-2300 N:6
- 7 = LINJA 32-2600 N:6

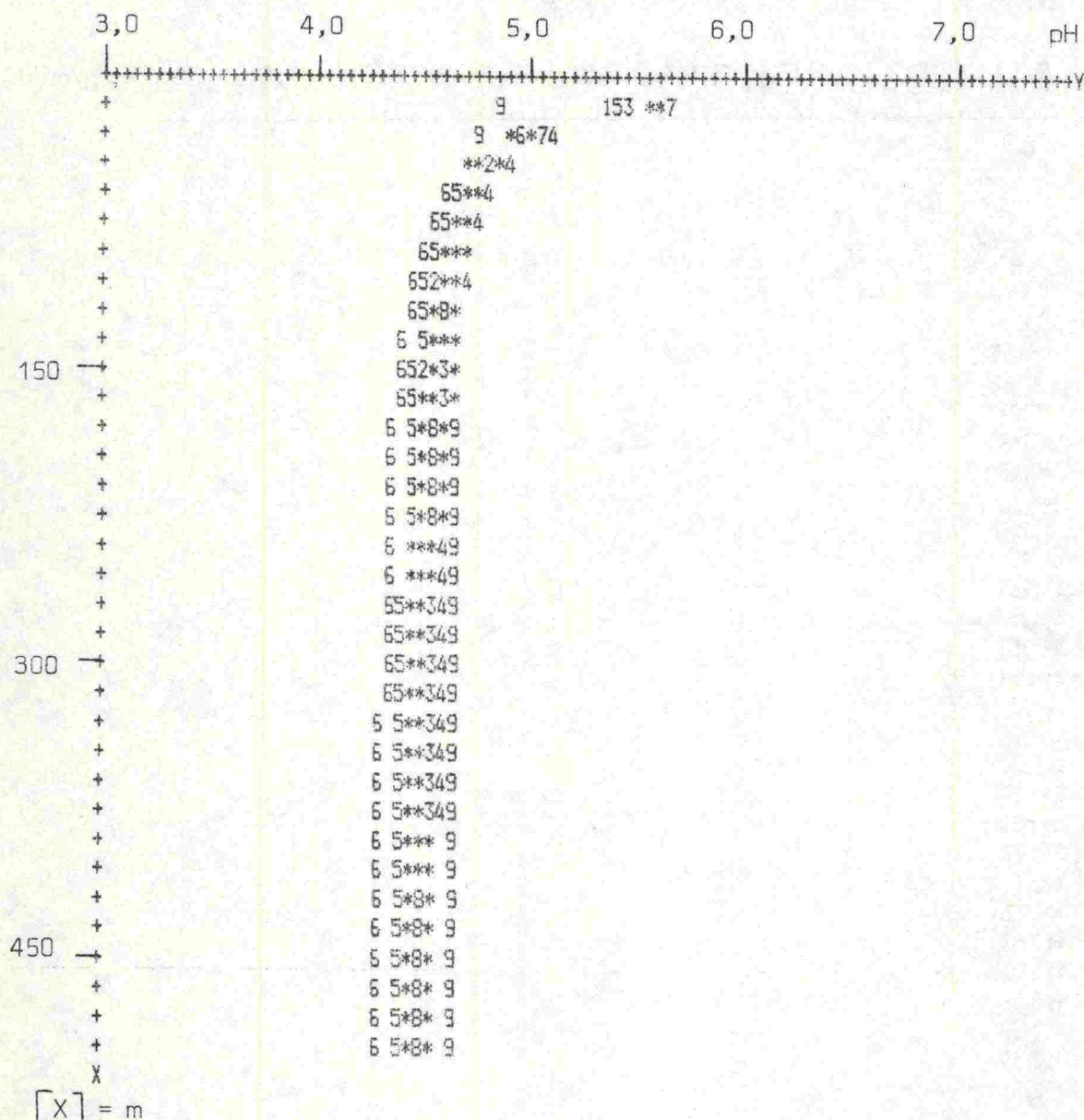
## TIELIIKENTEEN YMPARISTOVAIKUTUS

AIKA: TALVI 1981-1982  
 PAIKKA: JARVELA 00054-(017-018)  
 LIIKENNEMAARA: KVL 2600

HAVAINTOJEN LKM: 77  
 MAARITYS: PH  
 TAUSTA: 4.5

## FUNKTIOIDEN KUVAAJAT

PERUSTAPAUUS, LINJOITTAIN N=45



MERKKIEN SELITYS:

- |   |                 |     |
|---|-----------------|-----|
| 1 | = LINJA 41-0100 | N=5 |
| 2 | = LINJA 41-0300 | N=5 |
| 3 | = LINJA 41-2300 | N=5 |
| 4 | = LINJA 42-0150 | N=5 |
| 5 | = LINJA 42-0800 | N=5 |
| 6 | = LINJA 42-1000 | N=5 |
| 7 | = LINJA 42-1100 | N=5 |
| 8 | = LINJA 42-2300 | N=5 |
| 9 | = LINJA 42-2700 | N=5 |



## TIELIIKENTEEN YMPARISTOVAIKUTUS

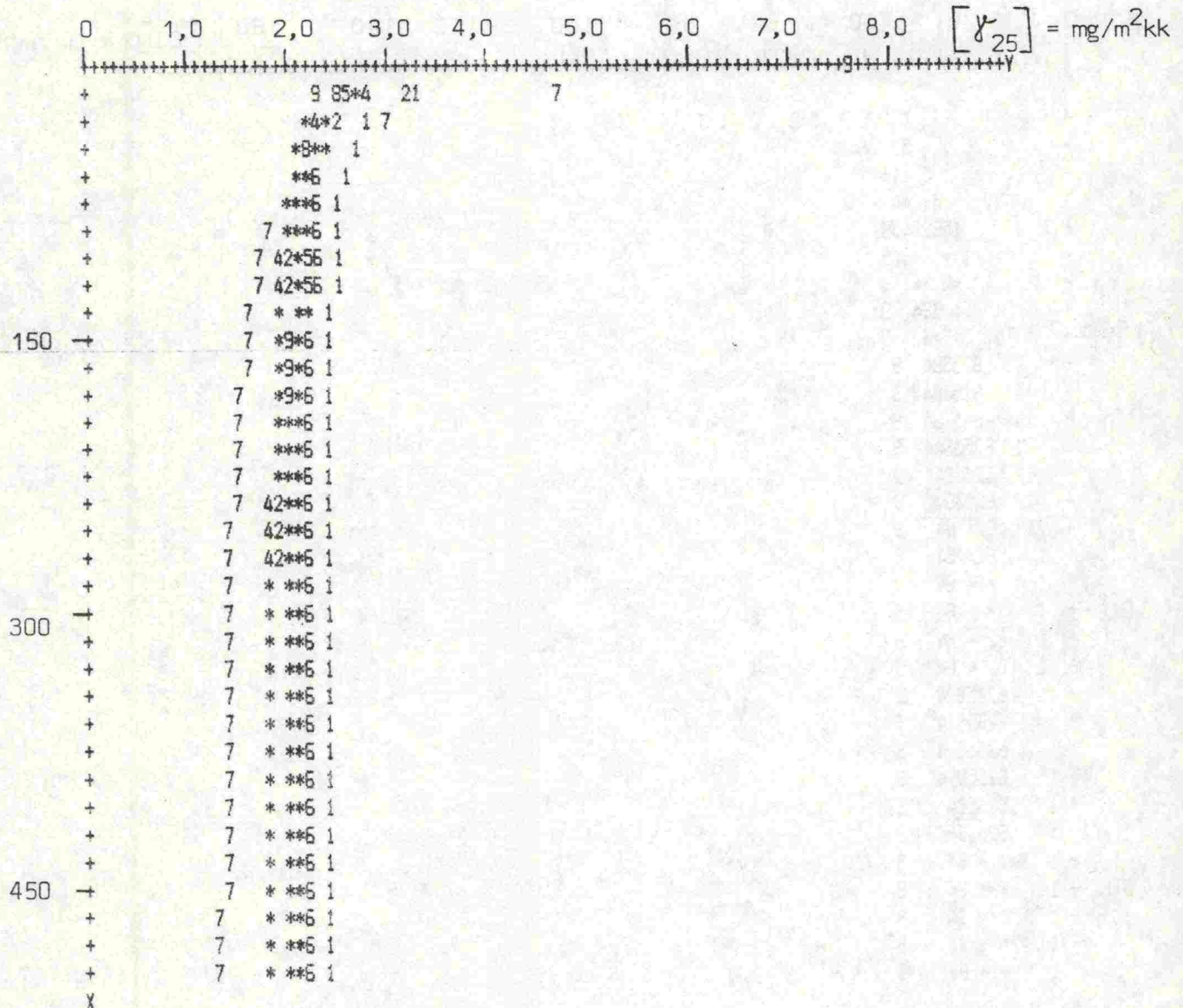
## TIELIIKENTEEN YMPARISTOVAIKUTUS

AIKA:	TALVI	1981-1982
PAIKKA:	JARVELA	00054-(017-018)
LIIKENNEMAARA:	KVL	2600

HAVAINTOJEN LKM:	77
MAARITYS:	SAHKONJOHTAVUUS
TAUSTA:	2.2 MS/M

## FUNKTIOIDEN KUVAAJAT

PERUSTAPAUUS, LINJOITTAIN N: 45


$$[X] = m$$

MERKKIEN SELITYS:

- |   |   |       |         |     |
|---|---|-------|---------|-----|
| 1 | = | LINJA | 41-0100 | N-5 |
| 2 | = | LINJA | 41-0300 | N-5 |
| 3 | = | LINJA | 41-2300 | N-5 |
| 4 | = | LINJA | 42-0150 | N-5 |
| 5 | = | LINJA | 42-0800 | N-5 |
| 6 | = | LINJA | 42-1000 | N-5 |
| 7 | = | LINJA | 42-1100 | N-5 |
| 8 | = | LINJA | 42-2300 | N-5 |
| 9 | = | LINJA | 42-2700 | N-5 |

\*\*\*\*\*

## FUNKTIOIDEN KUVAAJAT

0 20 40 60 80 100 120 140 160  $[C_1] = \text{mg/m}^2 \text{kk}$

$$[X] = m$$

1	=	LINJA	41-0100	N.5
2	=	LINJA	41-0300	N.5
3	=	LINJA	41-2300	N.5
4	=	LINJA	42-0150	N.5
5	=	LINJA	42-0800	N.5
6	=	LINJA	42-1000	N.5
7	=	LINJA	42-1100	N.5
8	=	LINJA	42-2300	N.5
9	=	LINJA	42-2700	N.5



[illegible]

## FUNKTIOIDEN KUVAAJAT

[illegible]

```
1 = LINJA 41-0100 N.5
2 = LINJA 41-0300 N.5
3 = LINJA 41-2300 N.5
4 = LINJA 42-0800 N.5
5 = LINJA 42-1000 N.5
6 = LINJA 42-1100 N.5
7 = LINJA 42-2300 N.5
8 = LINJA 42-2700 N.5
```

## TIE- JA VESIRAKENNUSHALLITUS

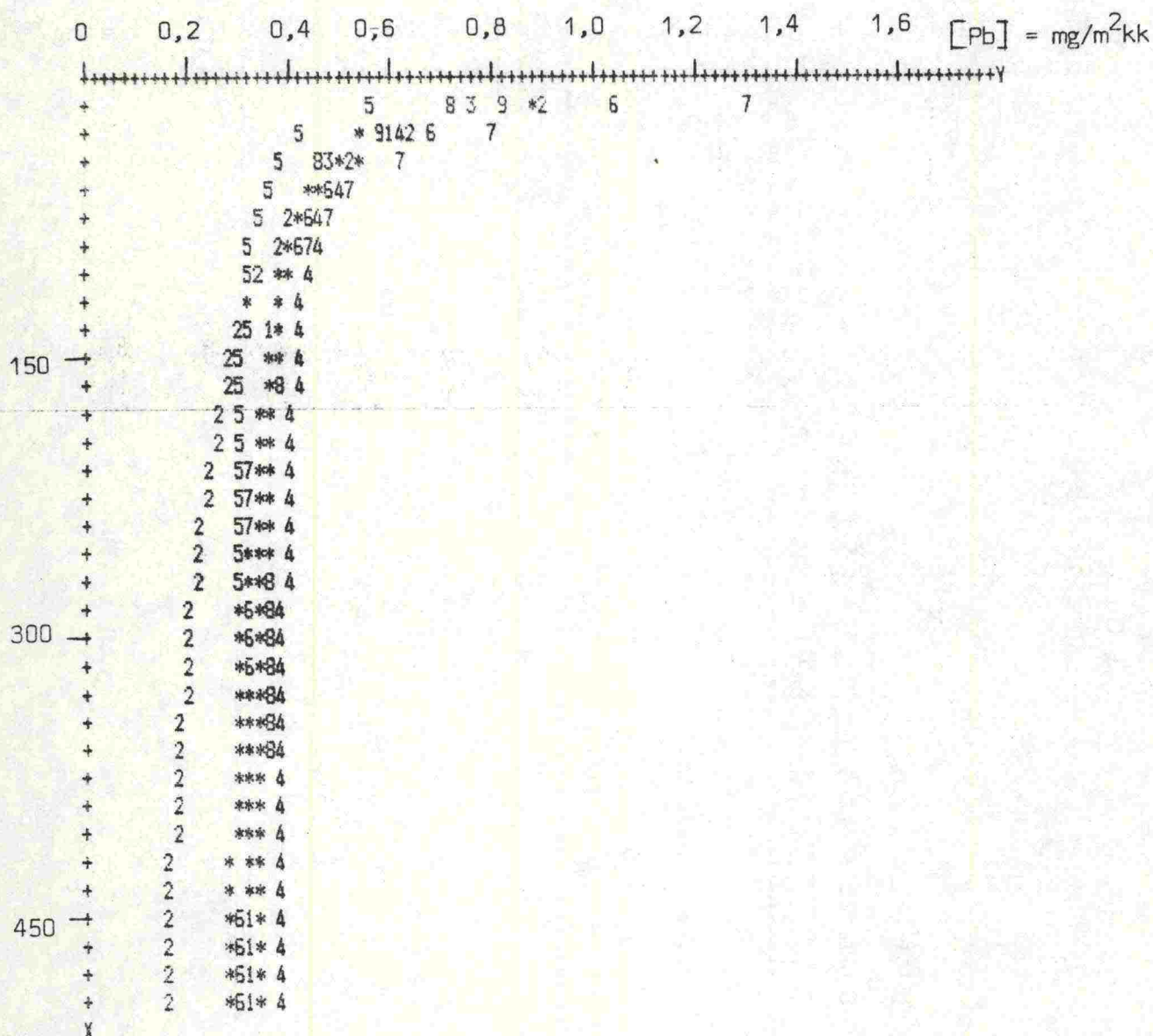
## TIELIIKENTEEN YMPARISTOVAIKUTUS

AIKA: TALVI 1981-1982  
 PAIKKA: JARVELA 00054-(017-018)  
 LIIKENNEMAARA: KVL 2600

HAVAINTOJEN LKM: 77  
 MAARITYS: LYIJY  
 TAUSTA: 0.30 MG/M2KK

## FUNKTIOIDEN KUVAAJAT

PERUSTAPAUUS, LINJOITTAIN N=45



[X] = m

MERKKIEN SELITYS:

- 1 = LINJA 41-0100 N=5
- 2 = LINJA 41-0300 N=5
- 3 = LINJA 41-2300 N=5
- 4 = LINJA 42-0150 N=5
- 5 = LINJA 42-0800 N=5
- 6 = LINJA 42-1000 N=5
- 7 = LINJA 42-1100 N=5
- 8 = LINJA 42-2300 N=5
- 9 = LINJA 42-2700 N=5



# TIE- JA VESIRAKENNUSHALLITUS

## TIELIIKENTEEN YMPARISTOVAIKUTUS

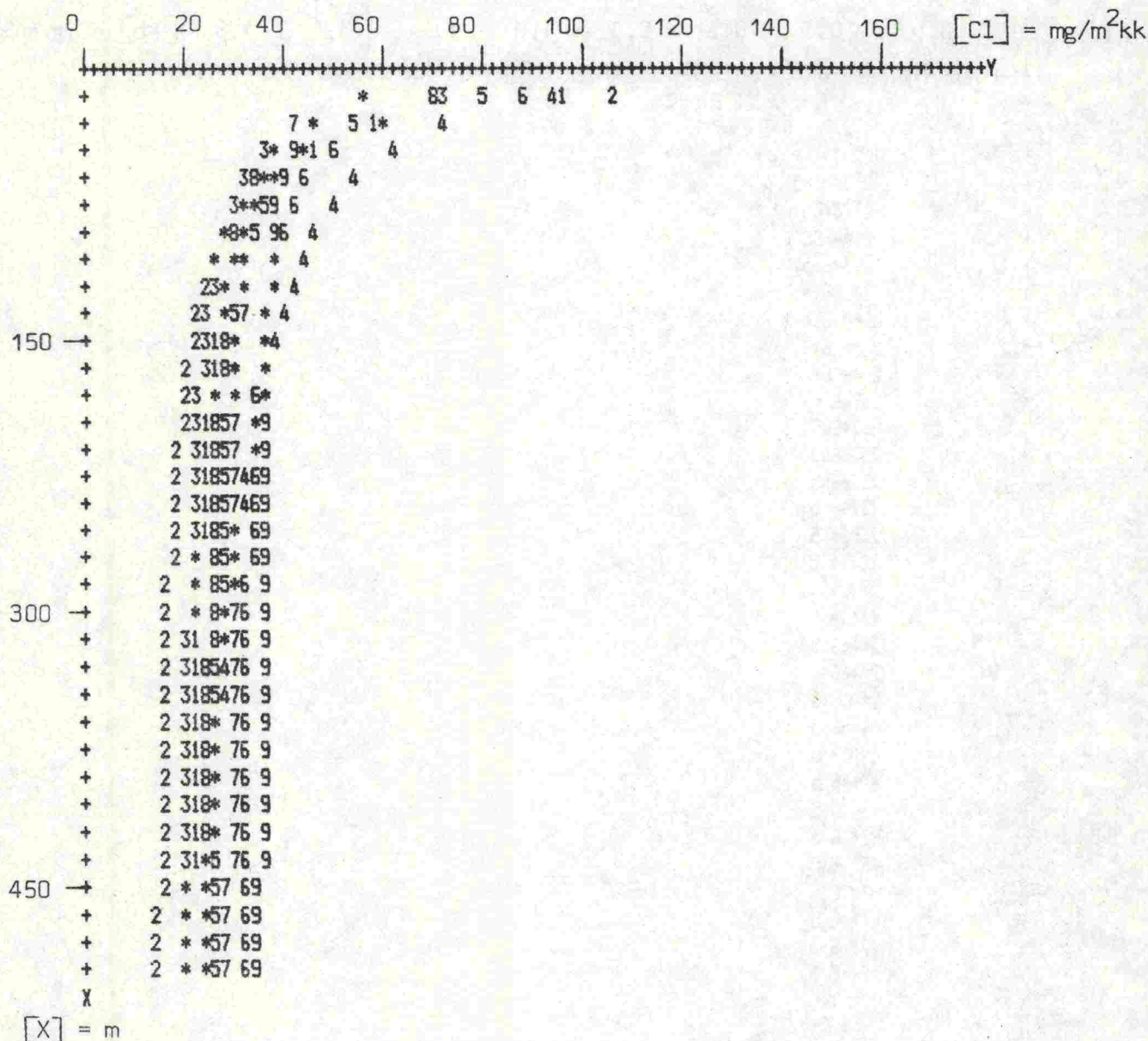
Liite 8.1/2702

AIKA: TALVI 1981-1982  
 PAIKKA: MARTTILA 00295-003  
 LIIKENNEMAARA: KVL 600

HAVAINTOJEN LKM: 77  
 MAARITYS: KLORIDI  
 TAUSTA: 40 MG/M2KK

### FUNKTIOIDEN KUVAAJAT

PERUSTAPAUUS, LINJOITTAIN N=45



MERKKIEN SELITYS:

- 1 = LINJA 51-1600 N=5
- 2 = LINJA 51-1800 N=5
- 3 = LINJA 51-2800 N=5
- 4 = LINJA 51-2900 N=5
- 5 = LINJA 52-1600 N=5
- 6 = LINJA 52-1800 N=5
- 7 = LINJA 52-2800 N=5
- 8 = LINJA 52-2900 N=5
- 9 = LINJA 52-3100 N=5

TIE- JA VESIRAKENNUSHALLITUS

Liite 8.2/2702

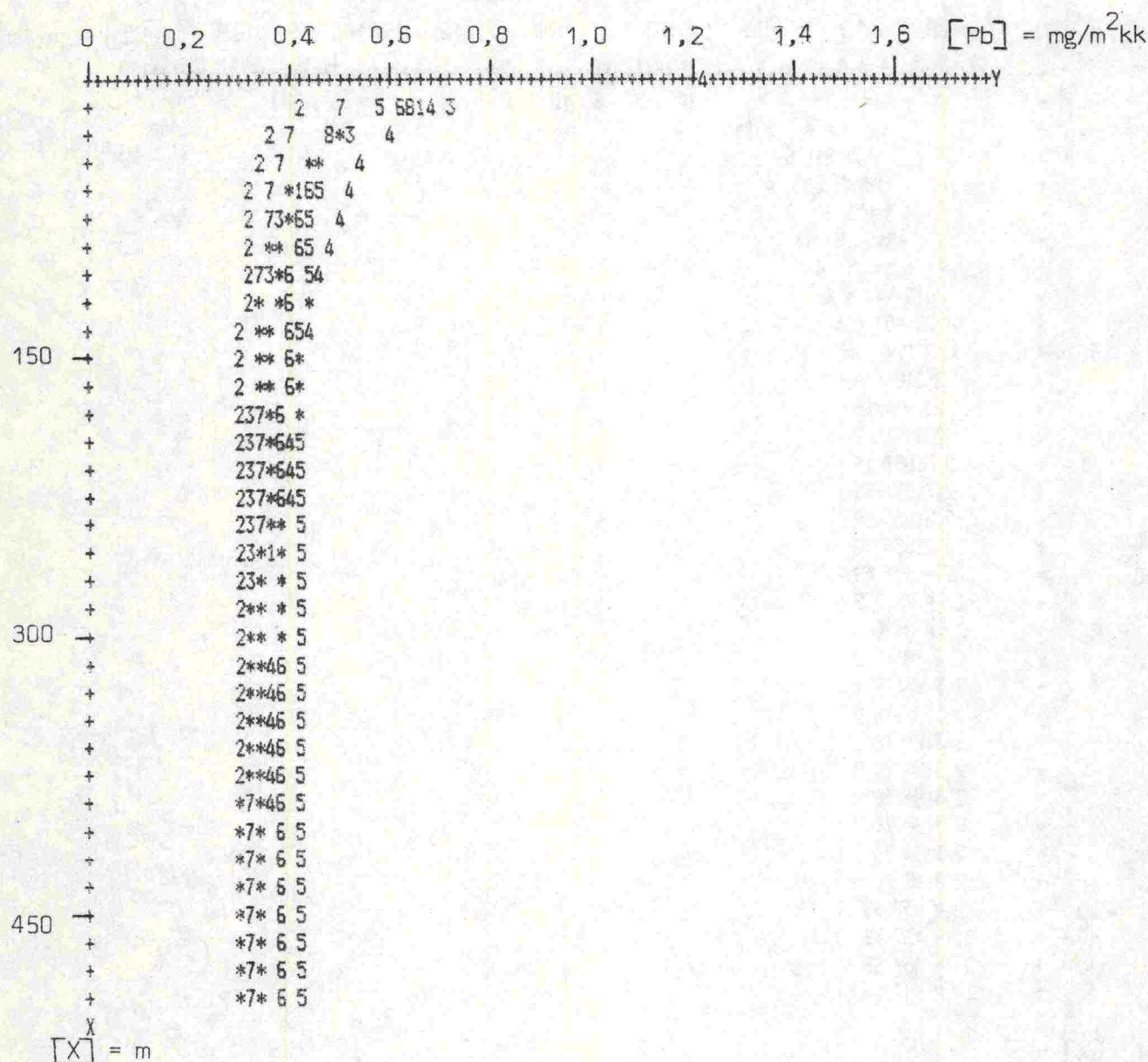
## TIELIIKENTEEN YMPARISTOVAIKUTUS

AIKA:	TALVI	1981-1982
PAIKKA:	MARTTILA	00295-003
LIIKENNEMAARA:	KVL	600

HAVAINTOJEN LKM: 77  
MAARITYS: LYIJY  
TAUSTA: 0.45 MG/M2KK

## FUNKTIOIDEN KUVAAJAT

PERUSTAPAUUS, LINJOITTAIN N=40



MERKKIEN SELITYS:

1	=	LINJA	51-1600	N=5
2	=	LINJA	51-1800	N=5
3	=	LINJA	51-2800	N=5
4	=	LINJA	51-2900	N=5
5	=	LINJA	52-1600	N=5
6	=	LINJA	52-1800	N=5
7	=	LINJA	52-2800	N=5
8	=	LINJA	52-2900	N=5



## TIE- JA VESIRAKENNUSHALLITUS

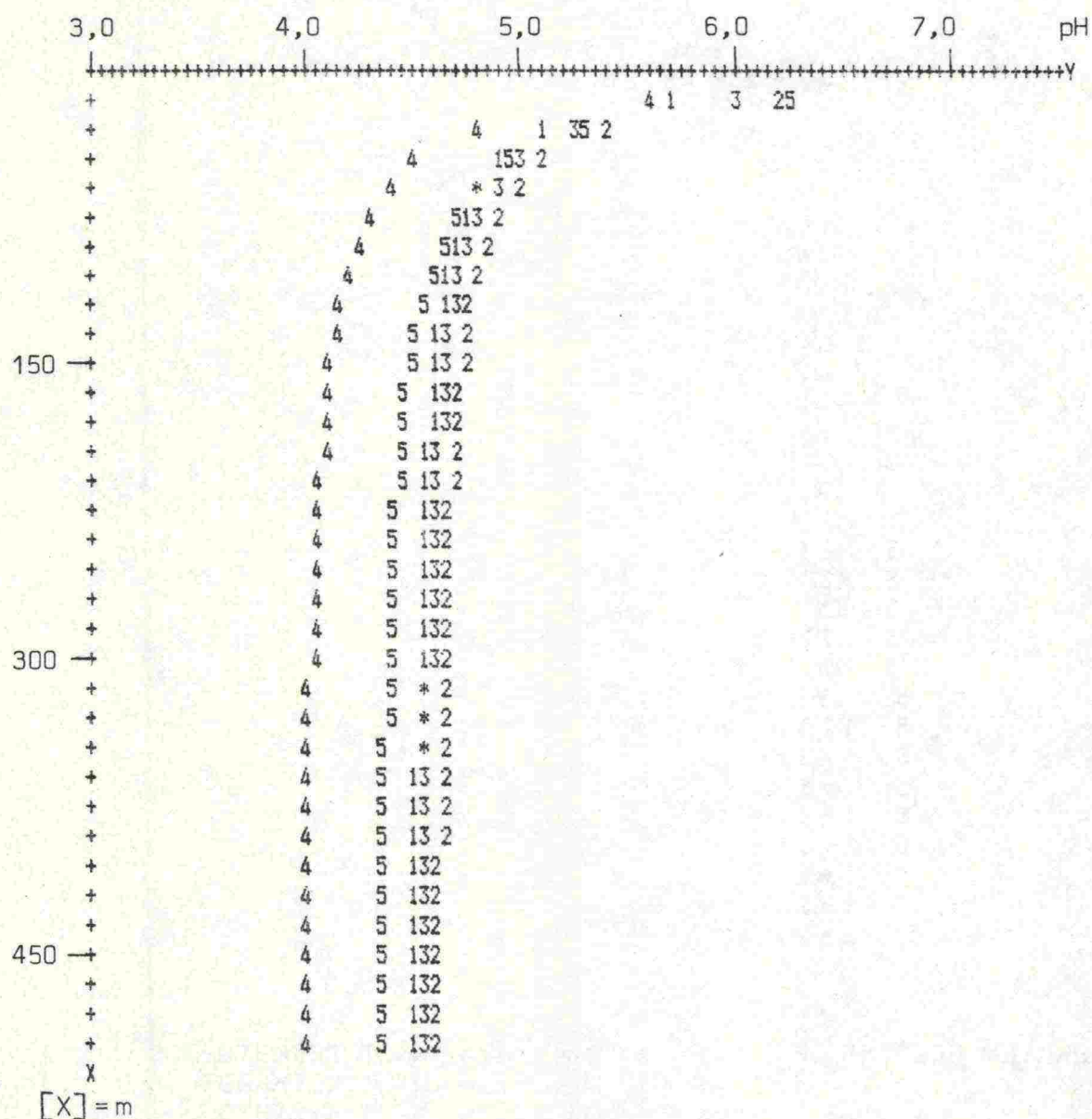
## TIELIIKENTEEN YMPARISTOVAIKUTUS

AIKA: TALVI 1981-1982  
 PAIKKA: KEIMOLA 00003-103  
 LIIKENNEMAARA: KVL 14300

HAVAINTOJEN LKM: 79  
 MAARITYS: PH  
 TAUSTA: 4.6

## FUNKTIOIDEN KUVAAJAT

KAIKKI HAVAINNOT ALUEITTAIN N= 76



## MERKKIEN SELITYS:

1 = KAIKKI HAVAINNOT PERUSTAPAUUS	N= 41
2 = KAIKKI HAVAINNOT LEIKKAUS	N= 6
3 = KAIKKI HAVAINNOT RISTEYS	N= 11
4 = KAIKKI HAVAINNOT PUUSTOKAISTALE	N= 6
5 = KAIKKI HAVAINNOT METSA	N= 12

## TIE- JA VESIRAKENNUSHALLITUS

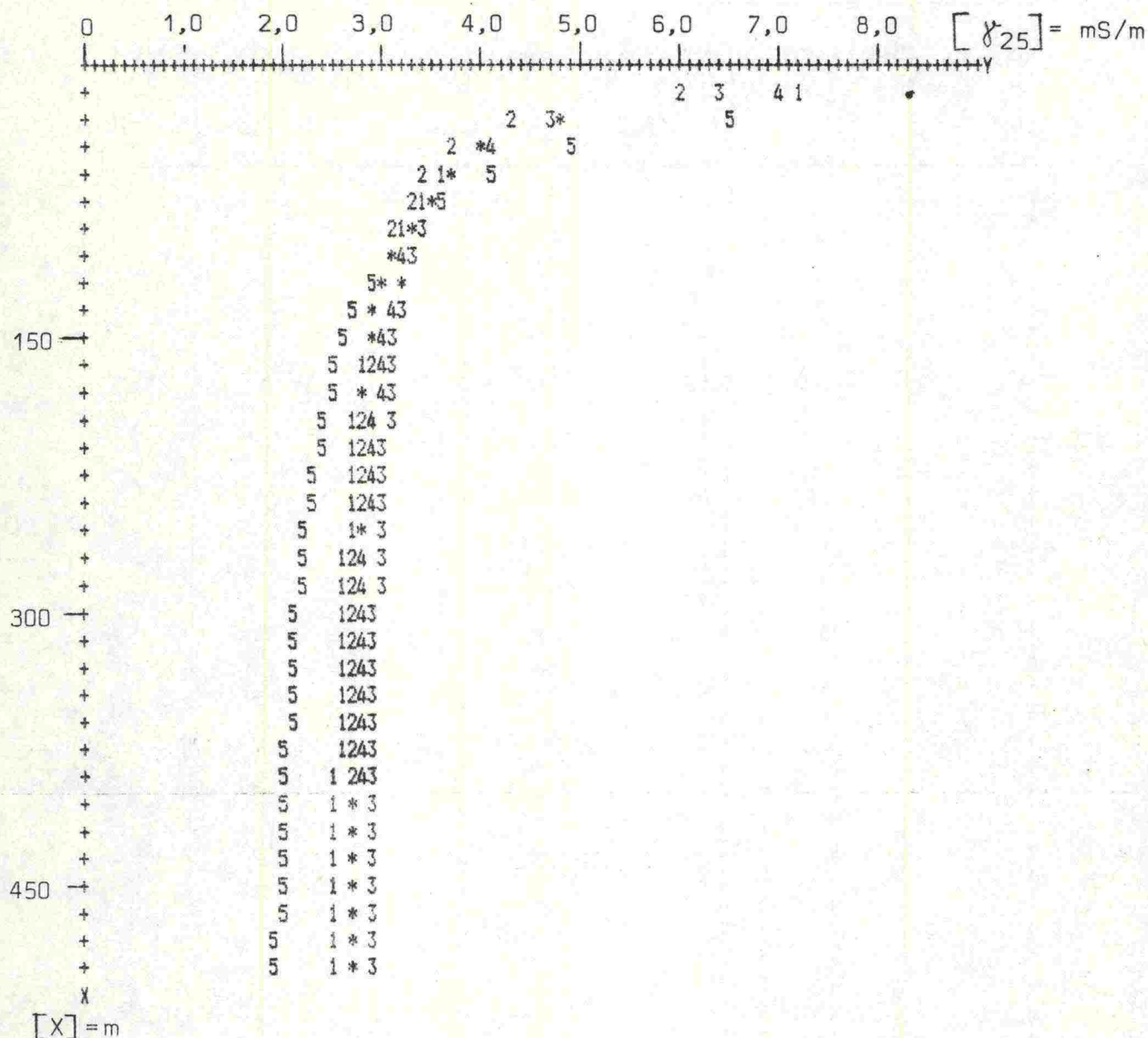
## TIELIIKENTEEN YMPARISTOVAIKUTUS

AIKA: TALVI 1981-1982  
 PAIKKA: KEIMOLA 00003-103  
 LIIKENNEMAARA: KVL 14300

HAVAINTOJEN LKM: 79  
 MAARITYS: SAHKONJOHTAVUUS  
 TAUSTA: 2.9 MS/M

## FUNKTIIDEN KUVAAJAT

KAIKKI HAVAINNOT ALUEITTAIN N = 76



## MERKKIEN SELITYS:

1 = KAIKKI HAVAINNOT PERUSTAPAU	N = 41
2 = KAIKKI HAVAINNOT LEIKKAUS	N = 6
3 = KAIKKI HAVAINNOT RISTEYS	N = 11
4 = KAIKKI HAVAINNOT PUUSTOKAISTALE	N = 6
5 = KAIKKI HAVAINNOT METSA	N = 12



## TIE- JA VESIRAKENNUSHALLITUS

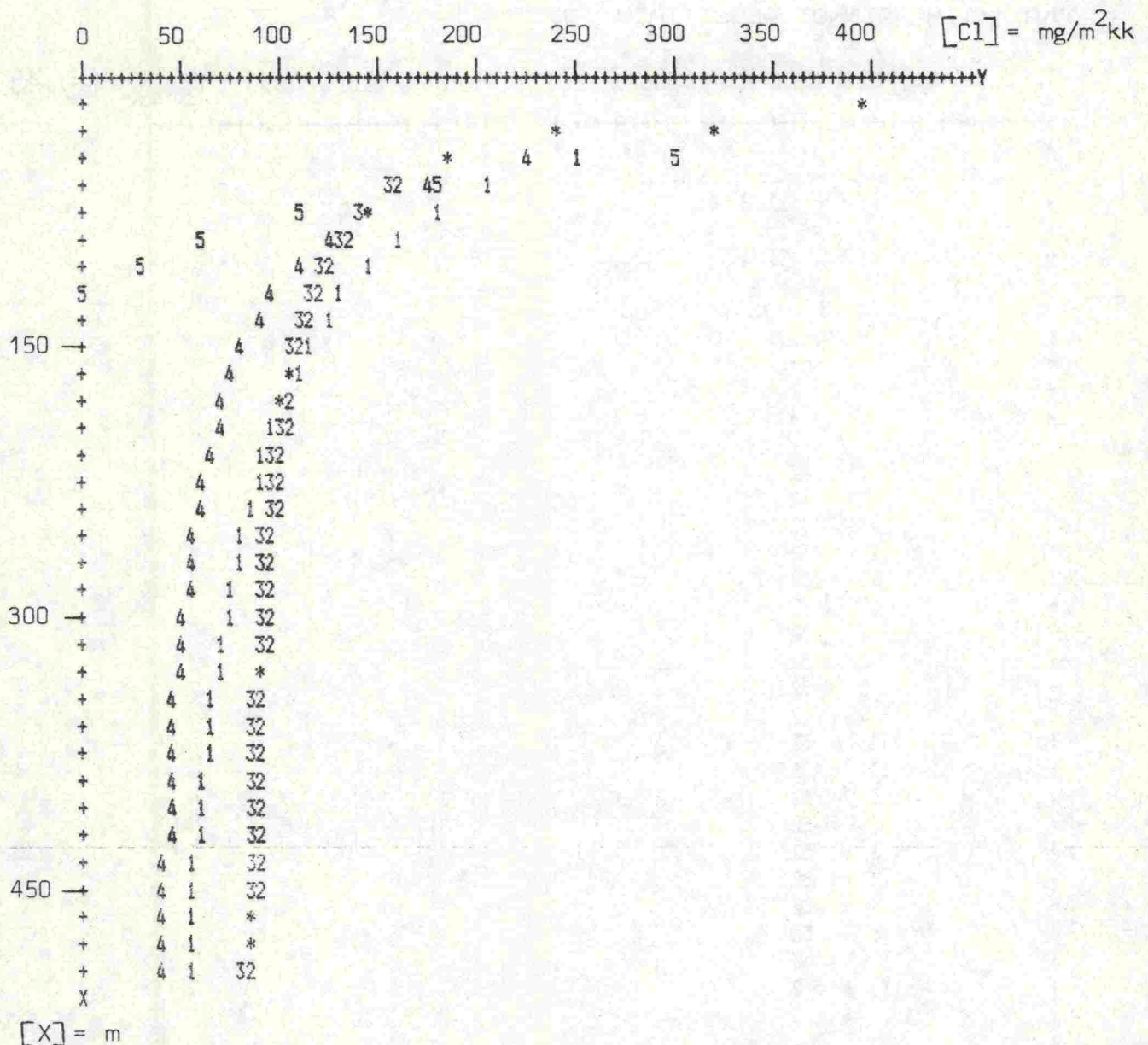
## TIELIIKENTEEN YMPARISTOVAIKUTUS

AIKA: TALVI 1981-1982  
 PAIKKA: KEIMOLA 00003-103  
 LIIKENNEMAARA: KVL 14300

HAVAINTOJEN LKM: 79  
 MAARITYS: KLORIDI  
 TAUSTA: 85 MG/M<sup>2</sup>KK

## FUNKTIOIDEN KUVAAJAT

KAIKKI HAVAINNOT ALUEITTAIN N = 76



## MERKKIEN SELITYS:

1 = KAIKKI HAVAINNOT PERUSTAPAU	N = 41
2 = KAIKKI HAVAINNOT LEIKKAUS	N = 6
3 = KAIKKI HAVAINNOT RISTEYS	N = 11
4 = KAIKKI HAVAINNOT PUUSTOKAISTALE	N = 6
5 = KAIKKI HAVAINNOT METSA	N = 12

## TIE- JA VESIRAKENNUSHALLITUS

## TIELIIKENTEEN YMPARISTOVAIKUTUS

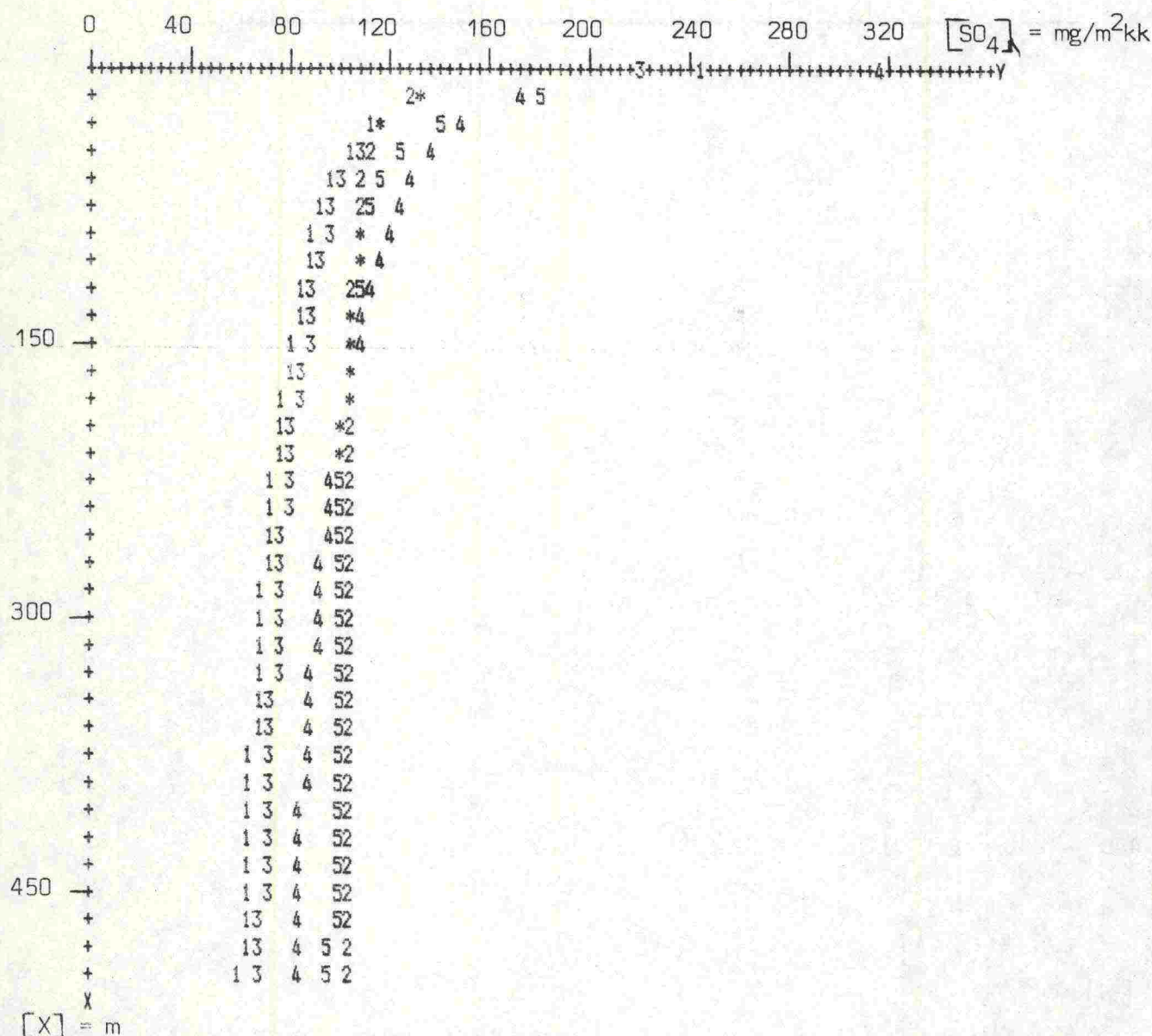
=====

AIKA: TALVI 1981-1982  
 PAIKKA: KEIMOLA 00003-103  
 LIIKENNEMAARA: KVL 14300

HAVAINTOJEN LKM: 79  
 MAARITYS: SULFAATTI  
 TAUSTA: 95 MG/M<sup>2</sup>KK

## FUNKTIOIDEN KUVAAJAT

KAIKKI HAVAINNOT ALUEITTAIN N = 76



## MERKKIEN SELITYS:

1 = KAIKKI HAVAINNOT PERUSTAPAU	N = 41
2 = KAIKKI HAVAINNOT LEIKKAUS	N = 6
3 = KAIKKI HAVAINNOT RISTEYS	N = 11
4 = KAIKKI HAVAINNOT PUUSTOKAISTALE	N = 6
5 = KAIKKI HAVAINNOT METSA	N = 12



## TIE- JA VESIRAKENNUSHALLITUS

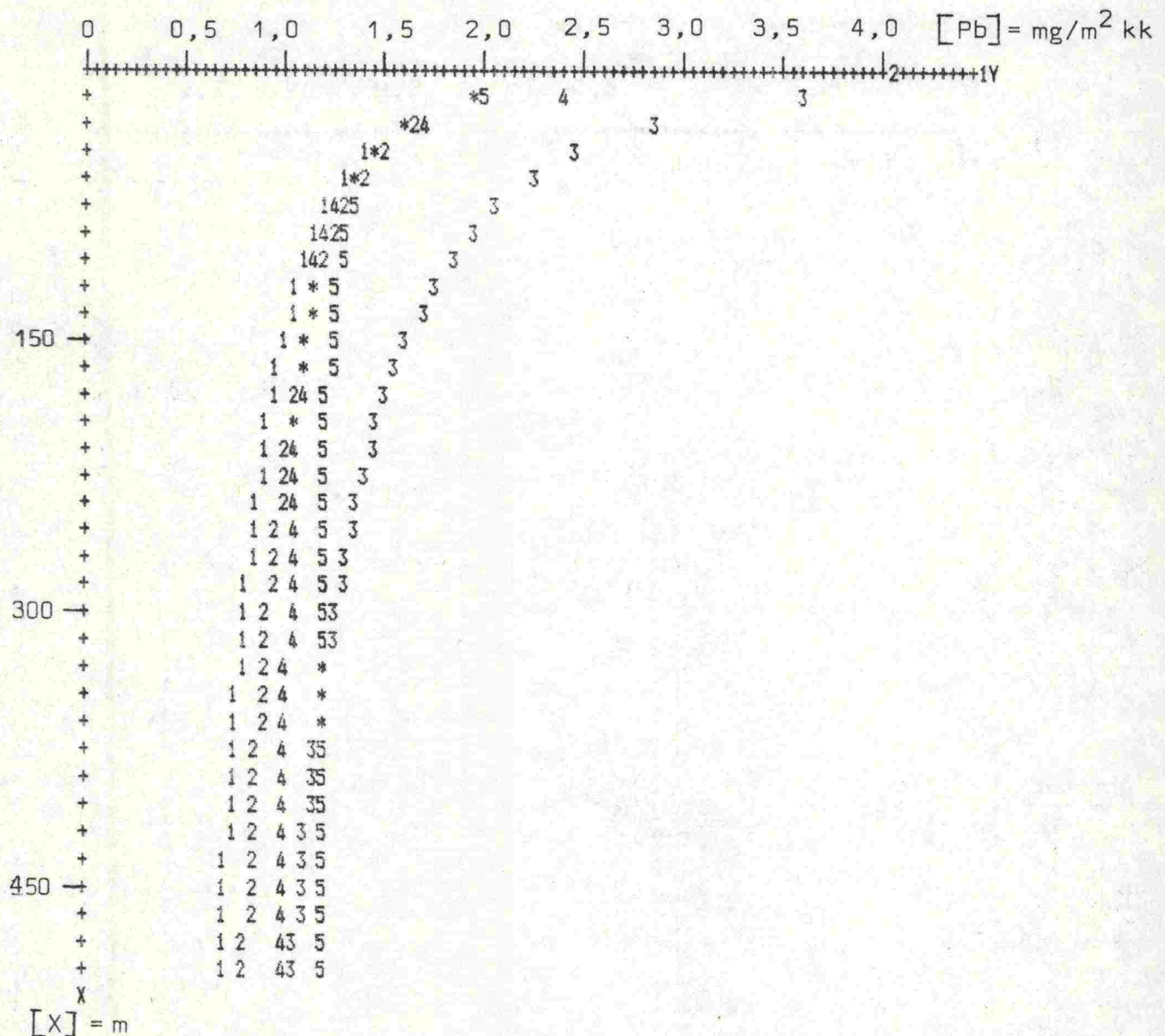
## TIELIIKENTEEN YMPARISTOVAIKUTUS

AIKA: TALVI 1981-1982  
 PAIKKA: KEIMOLA 00003-103  
 LIIKENNEMAARA: KVL 14300

HAVAINTOJEN LKM: 79  
 MAARITYS: LYIJY  
 TAUSTA: 0.7 MG/M2KK

## FUNKTIIDEN KUVAAJAT

KAIKKI HAVAINNOT ALUEITTAIN N = 76



## MERKKIEN SELITYS:

1 = KAIKKI HAVAINNOT PERUSTAPAU	N = 41
2 = KAIKKI HAVAINNOT LEIKKAUS	N = 6
3 = KAIKKI HAVAINNOT RISTEYS	N = 11
4 = KAIKKI HAVAINNOT PUUSTOKAISTALE	N = 6
5 = KAIKKI HAVAINNOT METSA	N = 12

## TIE- JA VESIRAKENNUSHALLITUS

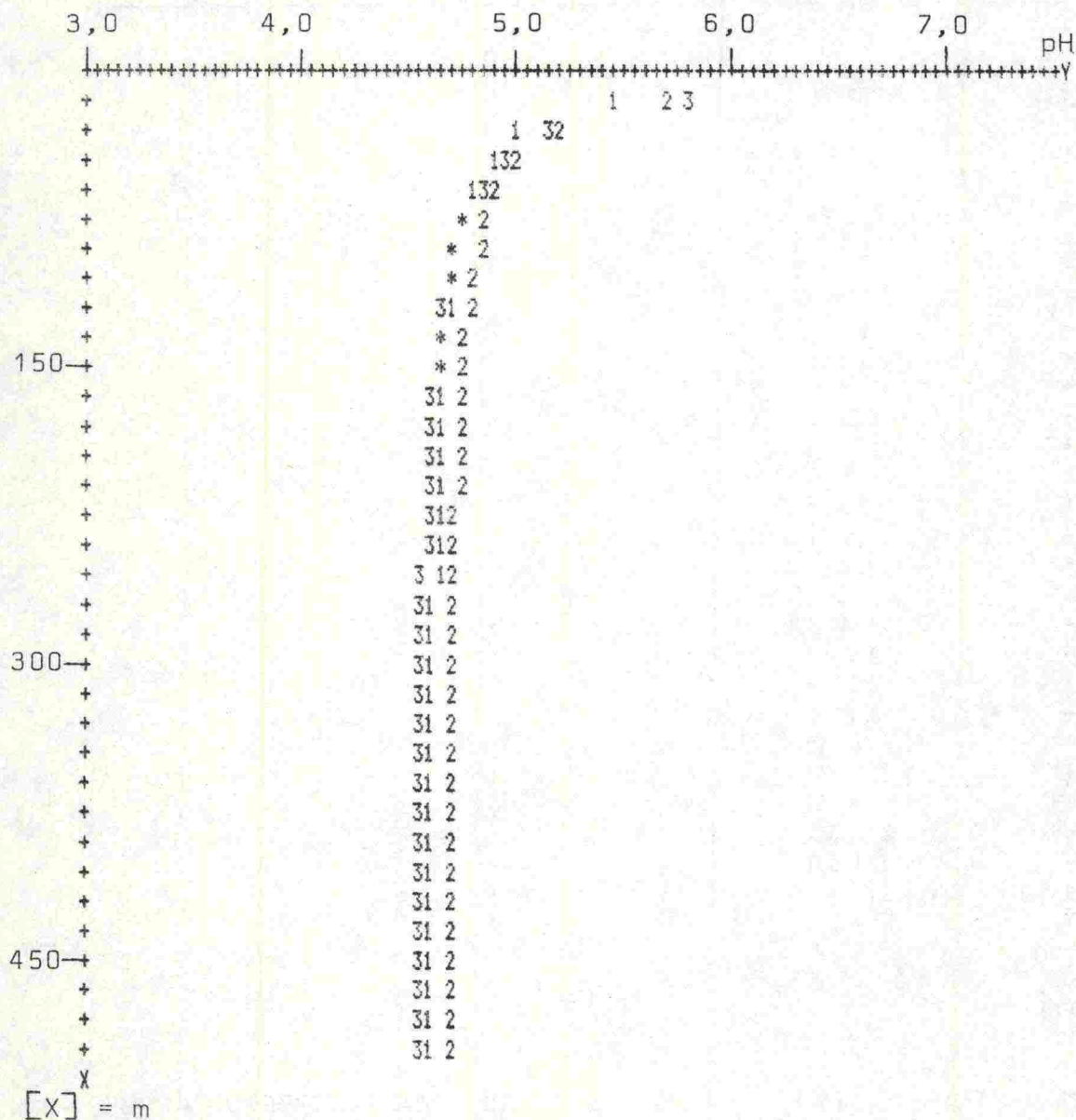
## TIELIIKENTEE YMPARISTOVAIKUTUS

AIKA: TALVI 1981-1982  
 PAIKKA: KLAUKKALA 00003-(105-106)  
 LIIKENNEMAARA: KVL 8900-9300

HAVAINTOJEN LKM: 78  
 MAARITYS: PH  
 TAUSTA: 4.5

## FUNKTIOIDEN KUVAAJAT

KAIKKI HAVAINNOT ALUEITTAIN N= 76



## MERKKIEN SELITYS:

1 = KAIKKI HAVAINNOT PERUSTAPAUSSA N=46  
 2 = KAIKKI HAVAINNOT PUUSTOKAISTALE N=18  
 3 = KAIKKI HAVAINNOT METSÄ N=12



Liite 10.2/2702

# TIE- JA VESIRAKENNUSHALLITUS

## TIELIIKENTEEN YMPARISTOVAIKUTUS

=====

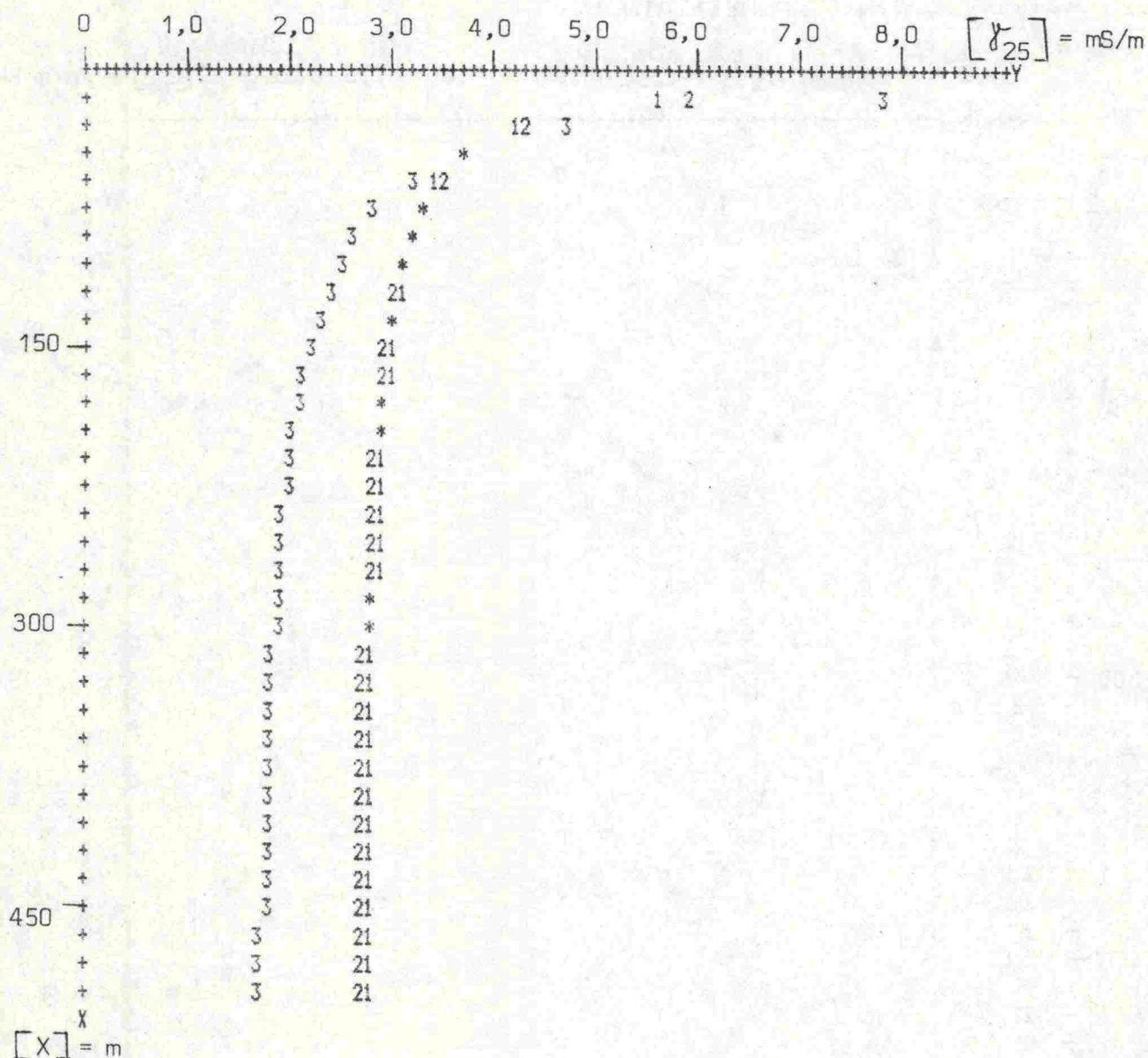
AIKA: TALVI 1981-1982  
 PAIKKA: KLAUKKALA 00003-(105-106)  
 LIIKENNEMAARA: KVL 8900-9300

HAVAINTOJEN LKM: 78  
 MAARITYS: SAHKONJOHTAVUUS  
 TAUSTA: 2.9 MS/M

## FUNKTIIDIDEN KUVAAJAT

-----

KAIKKI HAVAINNOT ALUEITTAIN N=76



### MERKKIEN SELITYS:

1 = KAIKKI HAVAINNOT PERUSTAPAUSS N= 46  
 2 = KAIKKI HAVAINNOT PUUSTOKAISTALE N= 18  
 3 = KAIKKI HAVAINNOT METSA N= 12

## TIE- JA VESIRAKENNUSHALLITUS

## TIELIIKENTEEN YMPARISTOVAIKUTUS

=====

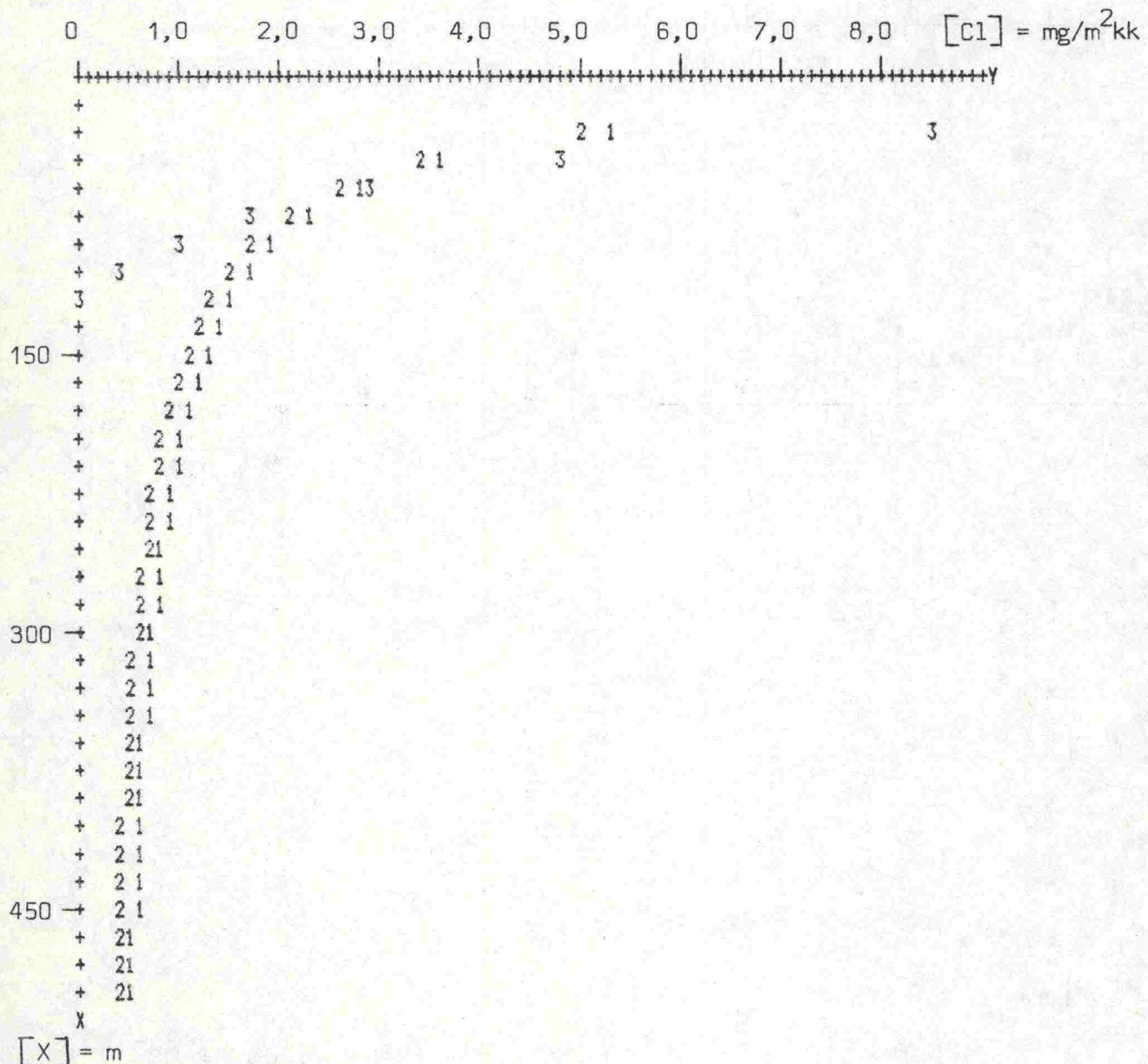
AIKA: TALVI 1981-1982  
 PAIKKA: KLAUKKALA 00003-(105-106)  
 LIIKENNEMAARA: KVL 8900-9300

HAVAINTOJEN LKM: 78  
 MAARITYS: KLORIDI  
 TAUSTA: 40 MG/M2KK

## FUNKTIIDIDEN KUVAAJAT

-----

KAIKKI HAVAINNOT ALUEITTAIN N=76



MERKKIEN SELITYS:

1 = KAIKKI HAVAINNOT PERUSTAPAUSSA N= 46  
 2 = KAIKKI HAVAINNOT PUUSTOKAISTALE N= 18  
 3 = KAIKKI HAVAINNOT METSA N= 12



2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042	2043	2044	2045	2046	2047	2048	2049	2050	2051	2052	2053	2054	2055	2056	2057	2058	2059	2060	2061	2062	2063	2064	2065	2066	2067	2068	2069	2070	2071	2072	2073	2074	2075	2076	2077	2078	2079	2080	2081	2082	2083	2084	2085	2086	2087	2088	2089	2090	2091	2092	2093	2094	2095	2096	2097	2098	2099	2100	2101	2102	2103	2104	2105	2106	2107	2108	2109	2110	2111	2112	2113	2114	2115	2116	2117	2118	2119	2120	2121	2122	2123	2124	2125	2126	2127	2128	2129	2130	2131	2132	2133	2134	2135	2136	2137	2138	2139	2140	2141	2142	2143	2144	2145	2146	2147	2148	2149	2150	2151	2152	2153	2154	2155	2156	2157	2158	2159	2160	2161	2162	2163	2164	2165	2166	2167	2168	2169	2170	2171	2172	2173	2174	2175	2176	2177	2178	2179	2180	2181	2182	2183	2184	2185	2186	2187	2188	2189	2190	2191	2192	2193	2194	2195	2196	2197	2198	2199	2200	2201	2202	2203	2204	2205	2206	2207	2208	2209	2210	2211	2212	2213	2214	2215	2216	2217	2218	2219	2220	2221	2222	2223	2224	2225	2226	2227	2228	2229	2230	2231	2232	2233	2234	2235	2236	2237	2238	2239	2240	2241	2242	2243	2244	2245	2246	2247	2248	2249	2250	2251	2252	2253	2254	2255	2256	2257	2258	2259	2260	2261	2262	2263	2264	2265	2266	2267	2268	2269	2270	2271	2272	2273	2274	2275	2276	2277	2278	2279	2280	2281	2282	2283	2284	2285	2286	2287	2288	2289	2290	2291	2292	2293	2294	2295	2296	2297	2298	2299	2300	2301	2302	2303	2304	2305	2306	2307	2308	2309	2310	2311	2312	2313	2314	2315	2316	2317	2318	2319	2320	2321	2322	2323	2324	2325	2326	2327	2328	2329	2330	2331	2332	2333	2334	2335	2336	2337	2338	2339	2340	2341	2342	2343	2344	2345	2346	2347	2348	2349	2350	2351	2352	2353	2354	2355	2356	2357	2358	2359	2360	2361	2362	2363	2364	2365	2366	2367	2368	2369	2370	2371	2372	2373	2374	2375	2376	2377	2378	2379	2380	2381	2382	2383	2384	2385	2386	2387	2388	2389	2390	2391	2392	2393	2394	2395	2396	2397	2398	2399	2400	2401	2402	2403	2404	2405	2406	2407	2408	2409	2410	2411	2412	2413	2414	2415	2416	2417	2418	2419	2420	2421	2422	2423	2424	2425	2426	2427	2428	2429	2430	2431	2432	2433	2434	2435	2436	2437	2438	2439	2440	2441	2442	2443	2444	2445	2446	2447	2448	2449	2450	2451	2452	2453	2454	2455	2456	2457	2458	2459	2460	2461	2462	2463	2464	2465	2466	2467
------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

HAVAINTOJEN LKM: 78  
MAARITYS: SULFAATTI  
TAUSTA: 70 MG/M2KK

2018年12月31日 2019年12月31日 2020年12月31日 2021年12月31日 2022年12月31日 2023年12月31日 2024年12月31日 2025年12月31日 2026年12月31日 2027年12月31日 2028年12月31日 2029年12月31日 2030年12月31日

Graph showing the concentration of  $SO_4$  (in  $mg/m^2kk$ ) versus distance  $X$  (in  $m$ ).

The x-axis represents distance  $X$  in meters, ranging from 0 to 180. The y-axis represents the concentration of  $SO_4$  in  $mg/m^2kk$ , with values ranging from 0 to 3.

Data points plotted (approximate values):

Distance $X$ (m)	Concentration $SO_4$ ( $mg/m^2kk$ )
0	0
10	0
20	0
30	0
40	0
50	0
60	0
70	132
80	132
90	132
100	132
110	132
120	132
130	132
140	132
150	132
160	132
170	312
180	312

1	=	KAIKKI HAVAINNOT	PERUSTAPAU	N=45
2	=	KAIKKI HAVAINNOT	PUUSTOKAISTALE	N=18
3	=	KAIKKI HAVAINNOT	METSA	N=12

## TIE- JA VESIRAKENNUSHALLITUS

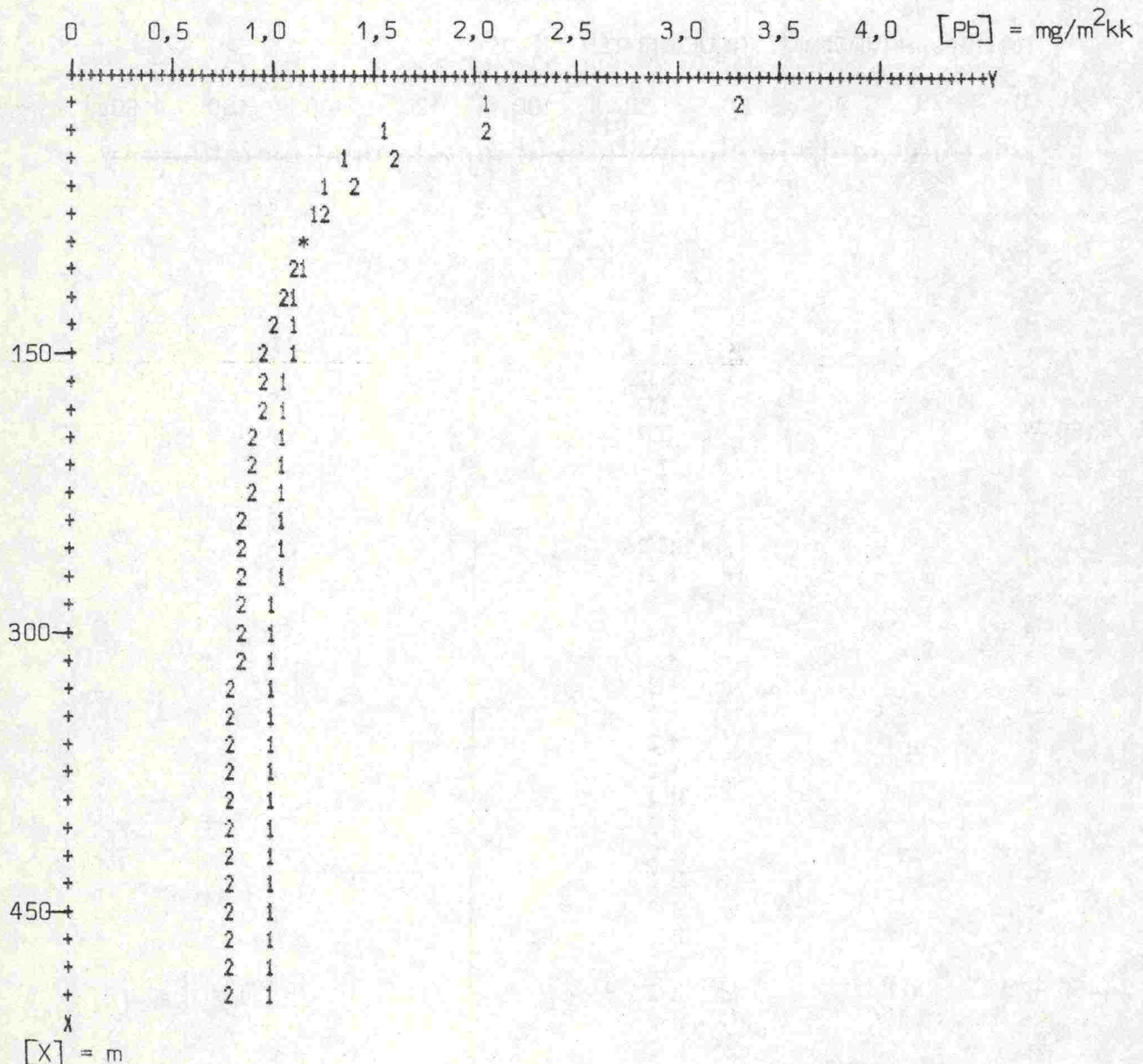
## TIELIIKENTEEN YMPARISTOVAIKUTUS

AIKA: TALVI 1981-1982  
 PAIKKA: KLAUKKALA 00003-(105-106)  
 LIIKENNEMAARA: KVL 8900-9300

HAVAINTOJEN LKM: 78  
 MAARITYS: LYIJY  
 TAUSTA: 0.8 MG/M<sup>2</sup>KK

## FUNKTIIDEN KUVAAJAT

KAIKKI HAVAINNOT ALUEITTAIN N=58



MERKKIEN SELITYS:

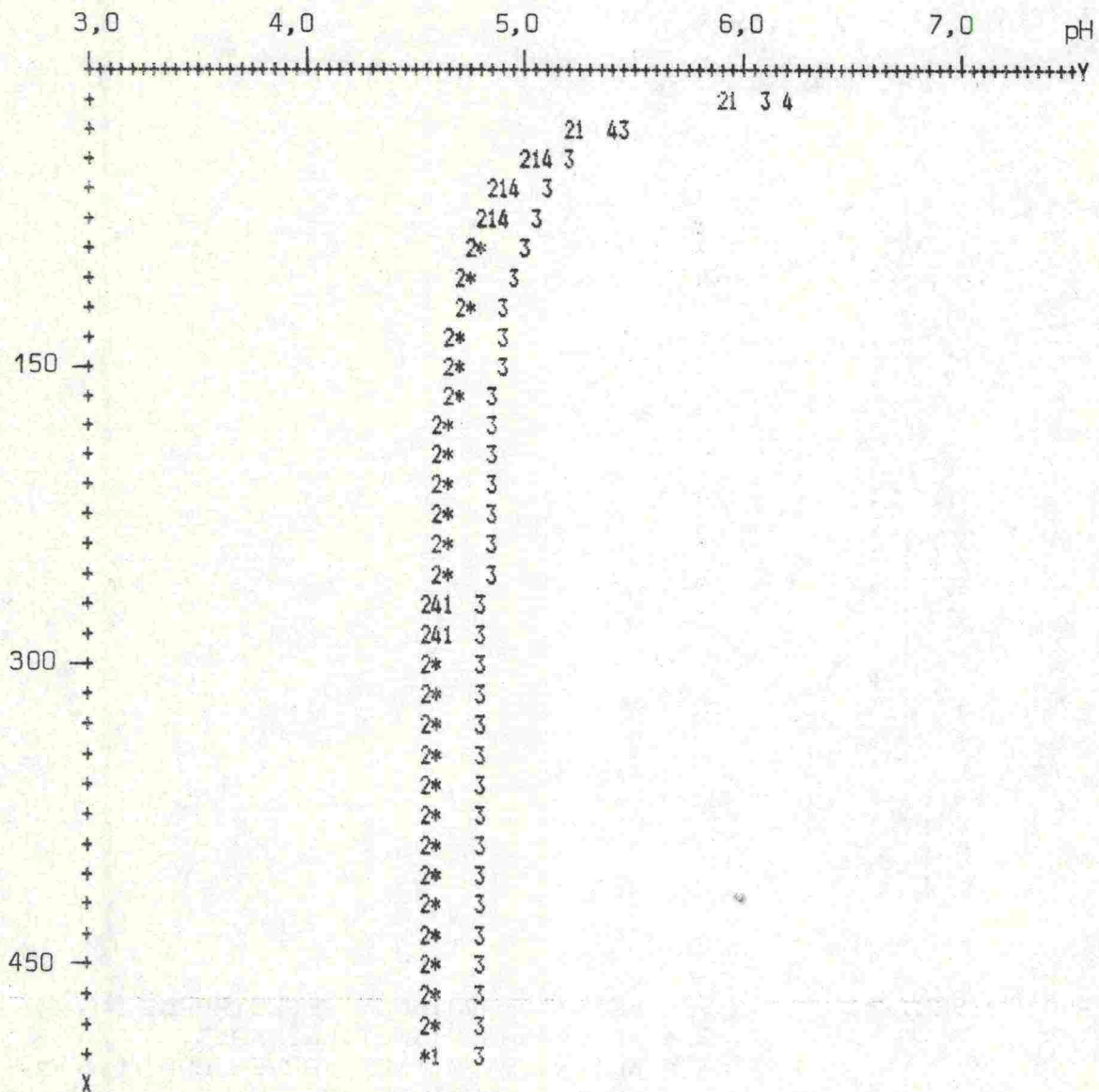
1 = KAIKKI HAVAINNOT PERUSTAPAUUS N=46  
 2 = KAIKKI HAVAINNOT METSA N=12



HAVAINTOJEN LKM:	79
MAARITYS:	PH
TAUSTA:	4.6

FUNKTIIDEN KUVAAJAT

KAIKKI HAVAINNOT ALUEITTAIN N=77


$$[X] = m$$

MERKKIEN SELITYS:

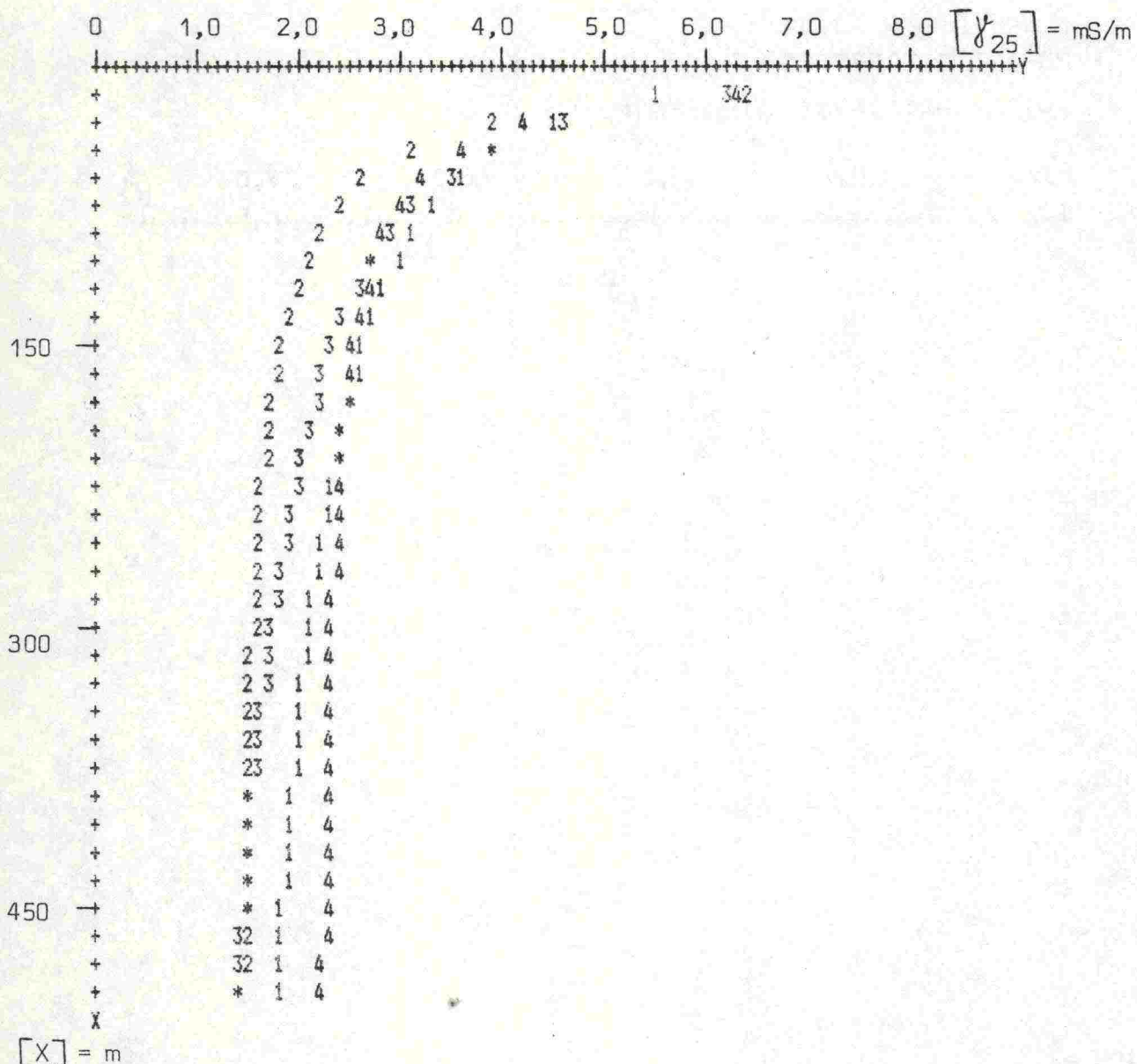
1	=	KAIKKI	HAVAINNOT	PERUSTAPAU	N=42
2	=	KAIKKI	HAVAINNOT	LEIKKAUS	N=5
3	=	KAIKKI	HAVAINNOT	JARVEN PAA	N=18
4	=	KAIKKI	HAVAINNOT	METSA	N=12

AIKA: TALVI 1981-1982  
 PAIKKA: LEVANTO 00004-(115-116)  
 LIIKENNEMAARA: KVL 5600-6000

HAVAINTOJEN LKM: 79  
 MAARITYS: SAHKONJOHTAVUUS  
 TAUSTA: 2.3 MS/M

## FUNKTIOIDEN KUVAAJAT

KAIKKI HAVAINNOT ALUEITTAIN N=77



## MERKKIEN SELITYS:

- 1 = KAIKKI HAVAINNOT PERUSTAPAUSS N= 42  
 2 = KAIKKI HAVAINNOT LEIKKAUS N= 5  
 3 = KAIKKI HAVAINNOT JÄRVEN PÄÄ N= 18  
 4 = KAIKKI HAVAINNOT METSA N= 12





# TIE- JA VESIRAKENNUSHALLITUS

TIELIIKENTEEN YMPARISTOVAIKUTUS

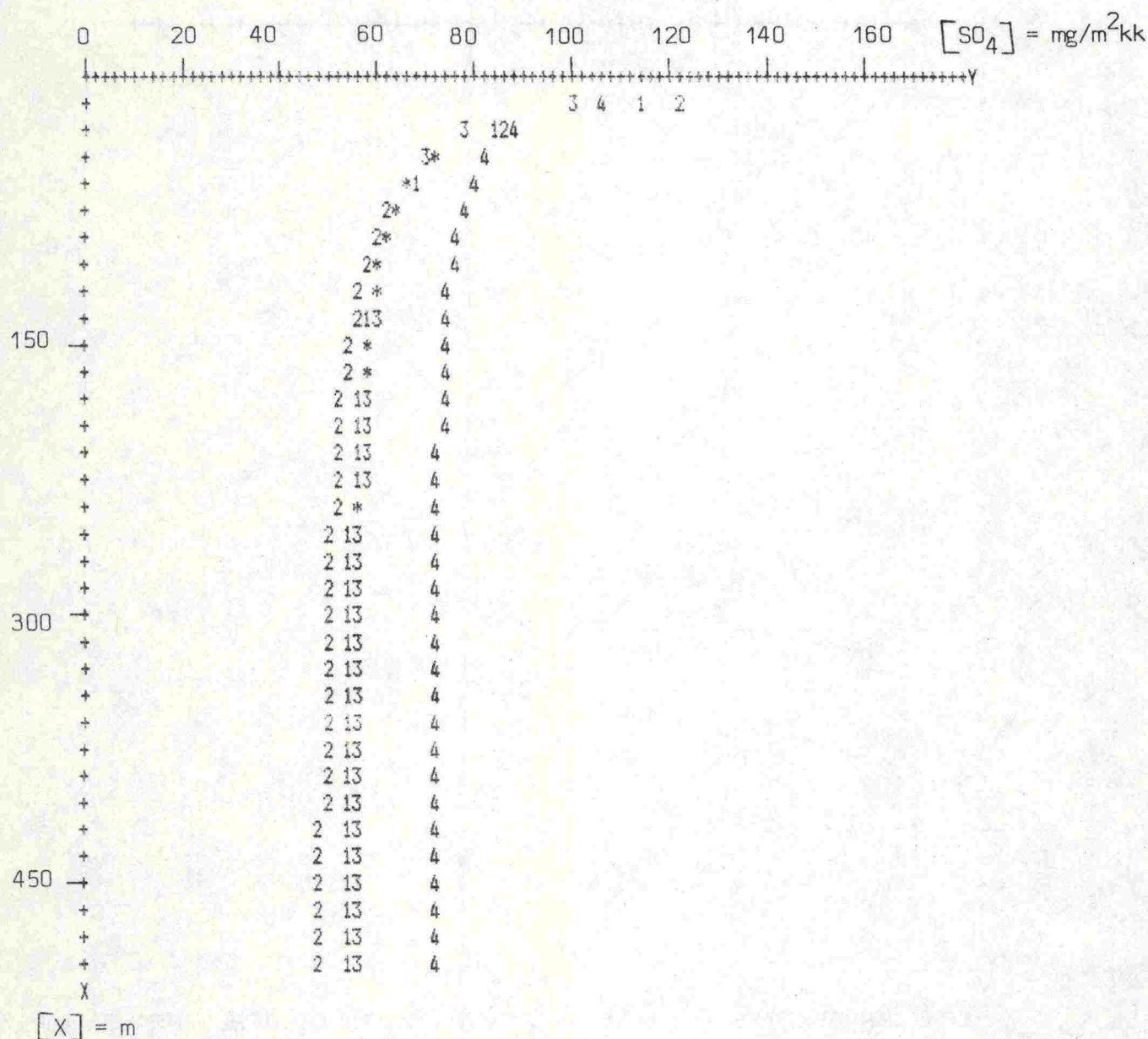
Liite 11.4/2702

AIKA: TALVI 1981-1982  
 PAIKKA: LEVANTO 00004-(115-116)  
 LIIKENNEMAARA: KVL 5600-6000

HAVAINTOJEN LKM: 78  
 MAARITYS: SULFAATTI  
 TAUSTA: 75 MG/M<sup>2</sup>KK

## FUNKTIIDEN KUVAAJAT

KAIKKI HAVAINNOT ALUEITTAIN N=76



MERKKIEN SELITYS:

- 1 = KAIKKI HAVAINNOT PERUSTAPAU S N=42
- 2 = KAIKKI HAVAINNOT LEIKKAUS N= 5
- 3 = KAIKKI HAVAINNOT JARVEN PAA N=18
- 4 = KAIKKI HAVAINNOT METSA N=11



## TIE- JA VESIRAKENNUSHALLITUS

Lite 11.5/2702

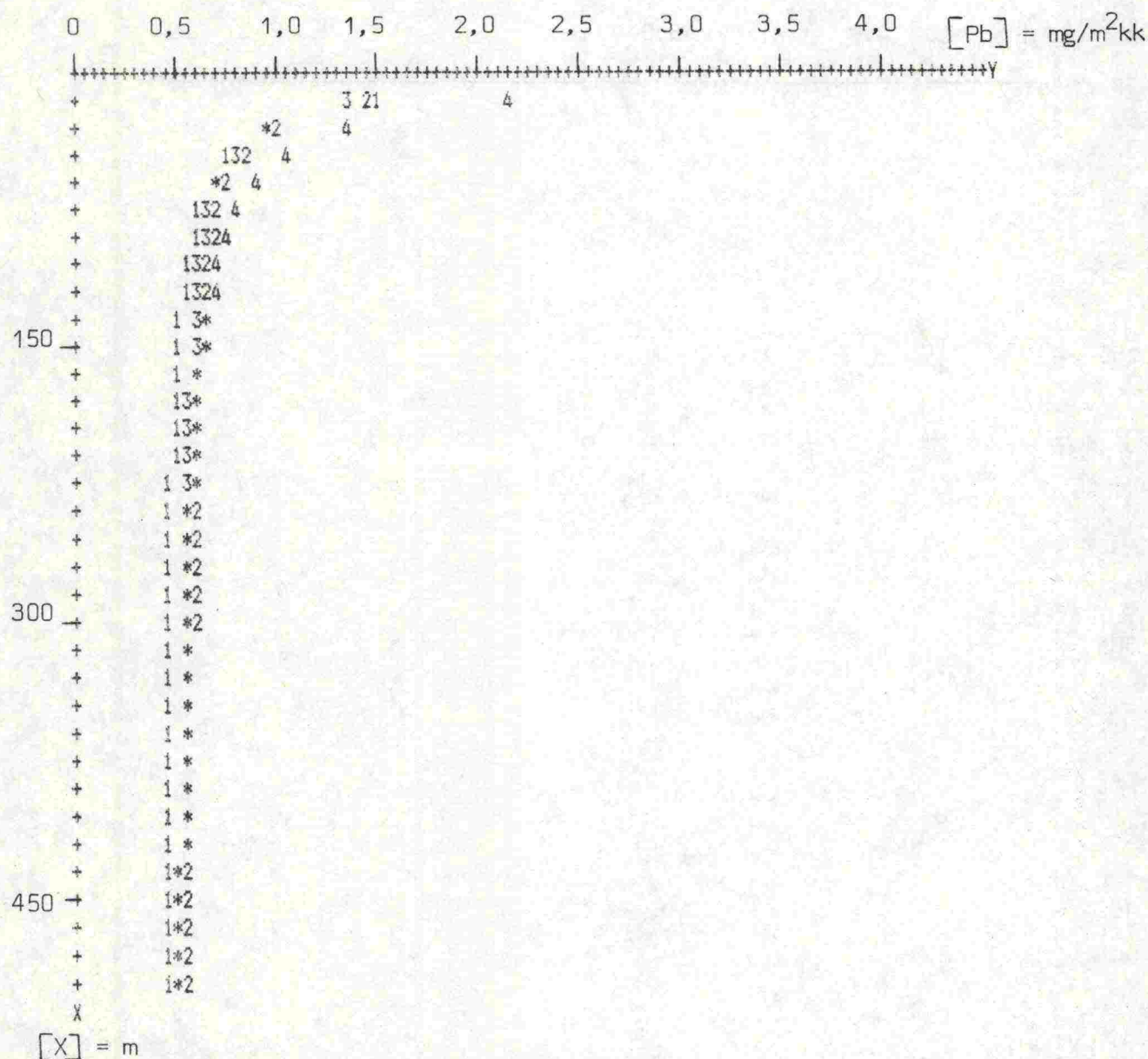
## TIELIIKENTEEN YMPARISTOVAIKUTUS

AIKA:	TALVI	1981-1982
PAIKKA:	LEVANTO	00004-(115-116)
LIIKENNEMAARA:	KVL	5600-6000

HAVAINTOJEN LKM: 79  
MAARITYS: LYIJY  
TAUSTA: 0.5 MG/M2KK

## FUNKTIOIDEN KUVAAJAT

KAIKKI HAVAINNOT ALUEITTAIN N. 77



MERKKIEN SELITYS:

```

1 = KAIKKI HAVAINNOT PERUSTAPAU N = 42
2 = KAIKKI HAVAINNOT LEIKKAUS N = 5
3 = KAIKKI HAVAINNOT JARVEN PAA N = 18
4 = KAIKKI HAVAINNOT METSA N = 11

```

## TIE- JA VESIRAKENNUSHALLITUS

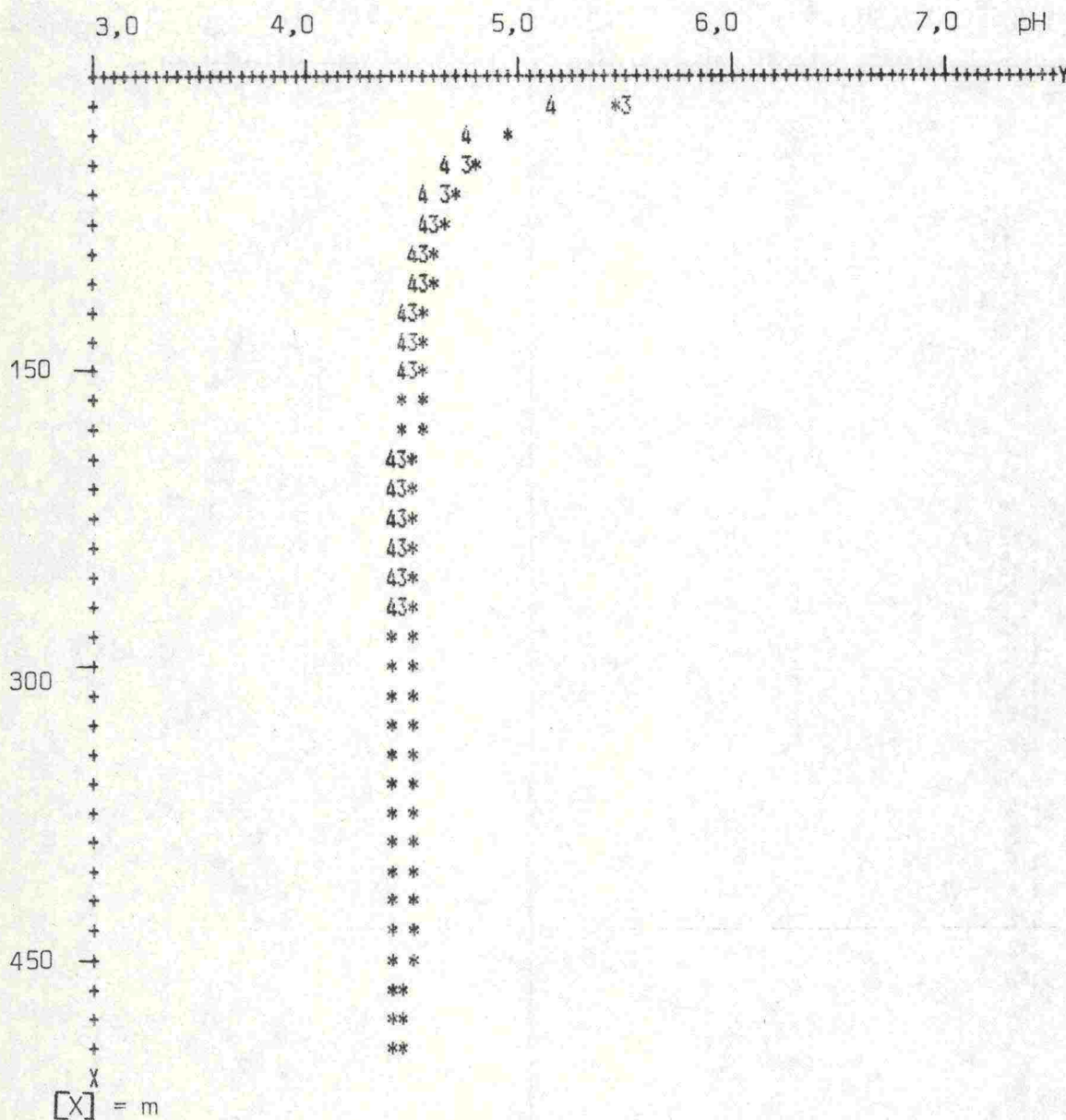
## TIELIIKENTEEN YMPARISTOVAIKUTUS

AIKA: TALVI 1981-1982  
 PAIKKA: JARVELA 00054-(017-018)  
 LIIKENNEMAARA: KVL 2600

HAVAINTOJEN LKM: 77  
 MAARITYS: PH  
 TAUSTA: 4.5

## FUNKTIOIDEN KUVAAJAT

KAIKKI HAVAINNOT ALUEITTAIN N=75



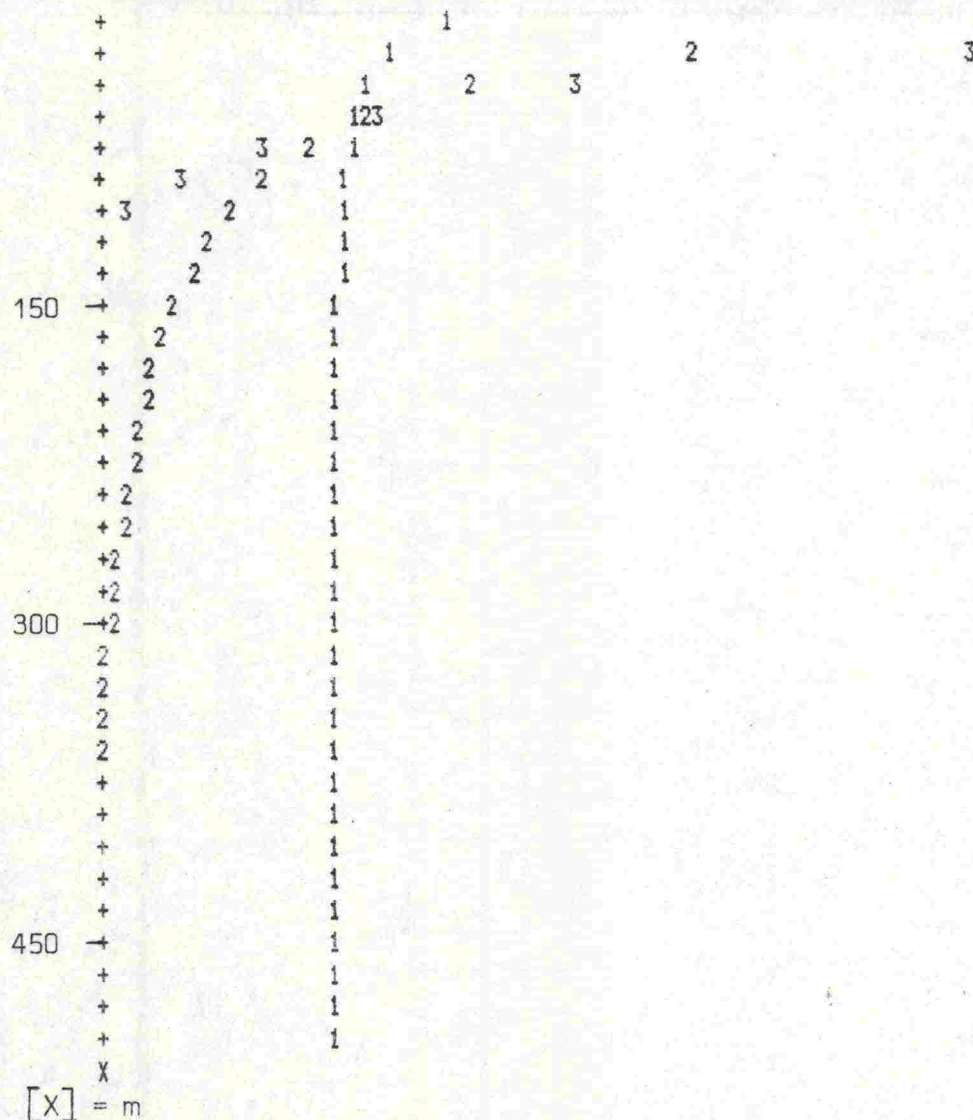
MERKKIEN SELITYS:

1	=	KAIKKI HAVAINNOT	PERUSTAPAU	N = 45
2	=	KAIKKI HAVAINNOT	LEIKKAUS	N = 10
3	=	KAIKKI HAVAINNOT	PELTOAUKEA	N = 5
4	=	KAIKKI HAVAINNOT	METSA	N = 15



[illegible]

## FUNKTIOIDEN KUVAAJAT



1	=	KAIKKI	HAVAINNOT	PERUSTAPAU	N= 45
2	=	KAIKKI	HAVAINNOT	LEIKKAUS	N= 10
3	=	KAIKKI	HAVAINNOT	PELTOAUKEA	N= 5

## TIE- JA VESIRAKENNUSHALLITUS

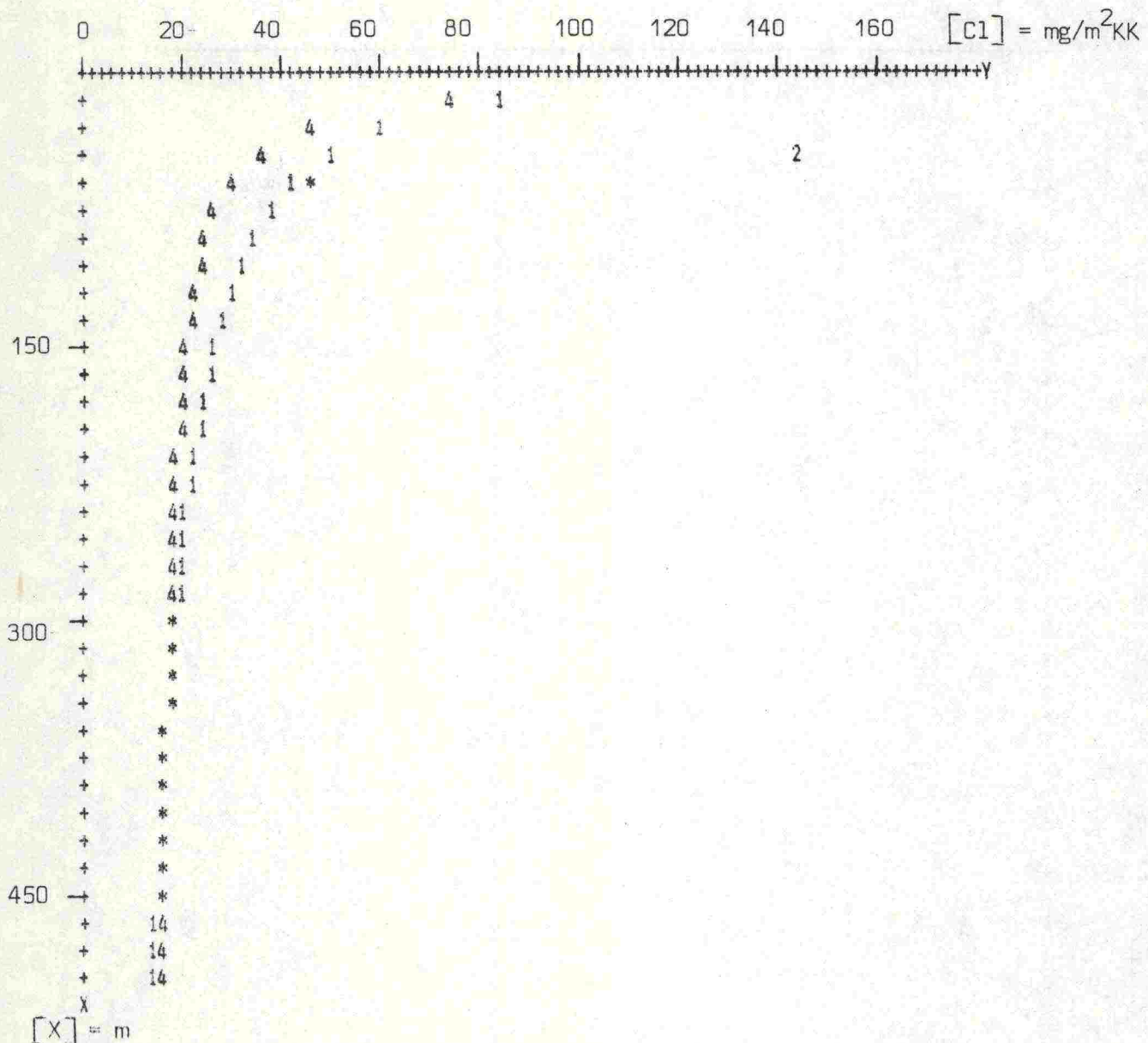
## TIELIIKENTEEN YMPARISTOVAIKUTUS

AIKA: TALVI 1981-1982  
 PAIKKA: JARVELA 00054-(017-018)  
 LIIKENNEMAARA: KVL 2600

HAVAINTOJEN LKM: 77  
 MAARITYS: KLORIDI  
 TAUSTA: 35 MG/M<sup>2</sup>KK

## FUNKTIOIDEN KUVAAJAT

KAIKKI HAVAINNOT ALUEITTAIN N=60



MERKKIEN SELITYS:

1 = KAIKKI HAVAINNOT PERUSTAPAUSET N=45  
 2 = KAIKKI HAVAINNOT LEIKKAUS N=10  
 3 = KAIKKI HAVAINNOT PELTOAUKEA N=5  
 4 = KAIKKI HAVAINNOT METSA N=15



## TIE- JA VESIRAKENNUSHALLITUS

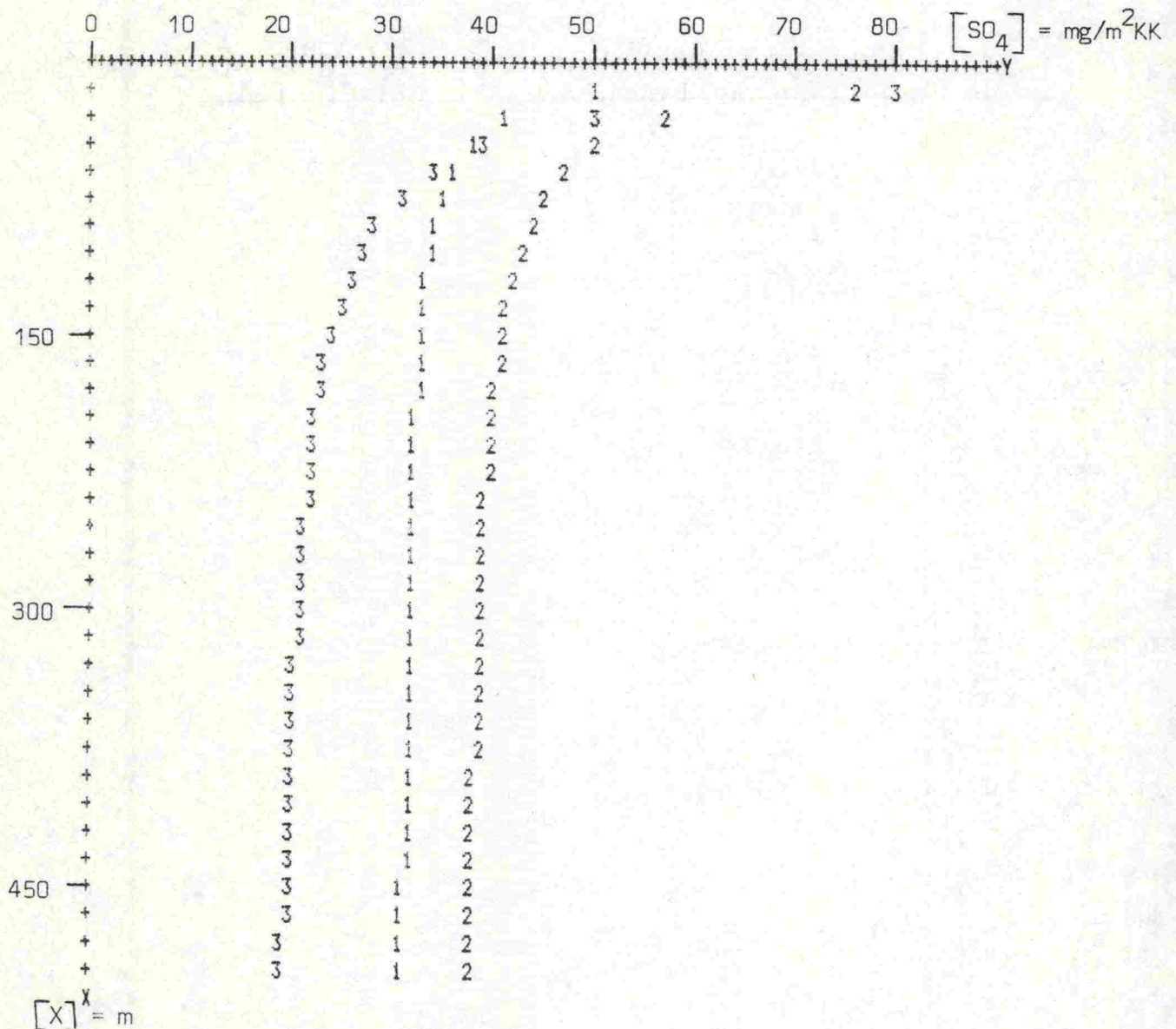
## TIELIIKENTEEN YMPARISTOVAIKUTUS

AIKA: TALVI 1981-1982  
 PAIKKA: JARVELA 00054-(017-018)  
 LIIKENNEMAARA: KVL 2500

HAVAINTOJEN LKM: 77  
 MAARITYS: SULFAATTI  
 TAUSTA: 30 MG/M<sup>2</sup>KK

## FUNKTIOIDEN KUVAAJAT

KAIKKI HAVAINNOT ALUEITTAIN N=60



MERKKIEN SELITYS: 1 = KAIKKI HAVAINNOT PERUSTAPAUUS N=45  
 2 = KAIKKI HAVAINNOT LEIKKAUS N=10  
 3 = KAIKKI HAVAINNOT PELTOAUKEA N=5

## TIE- JA VESIRAKENNUSHALLITUS

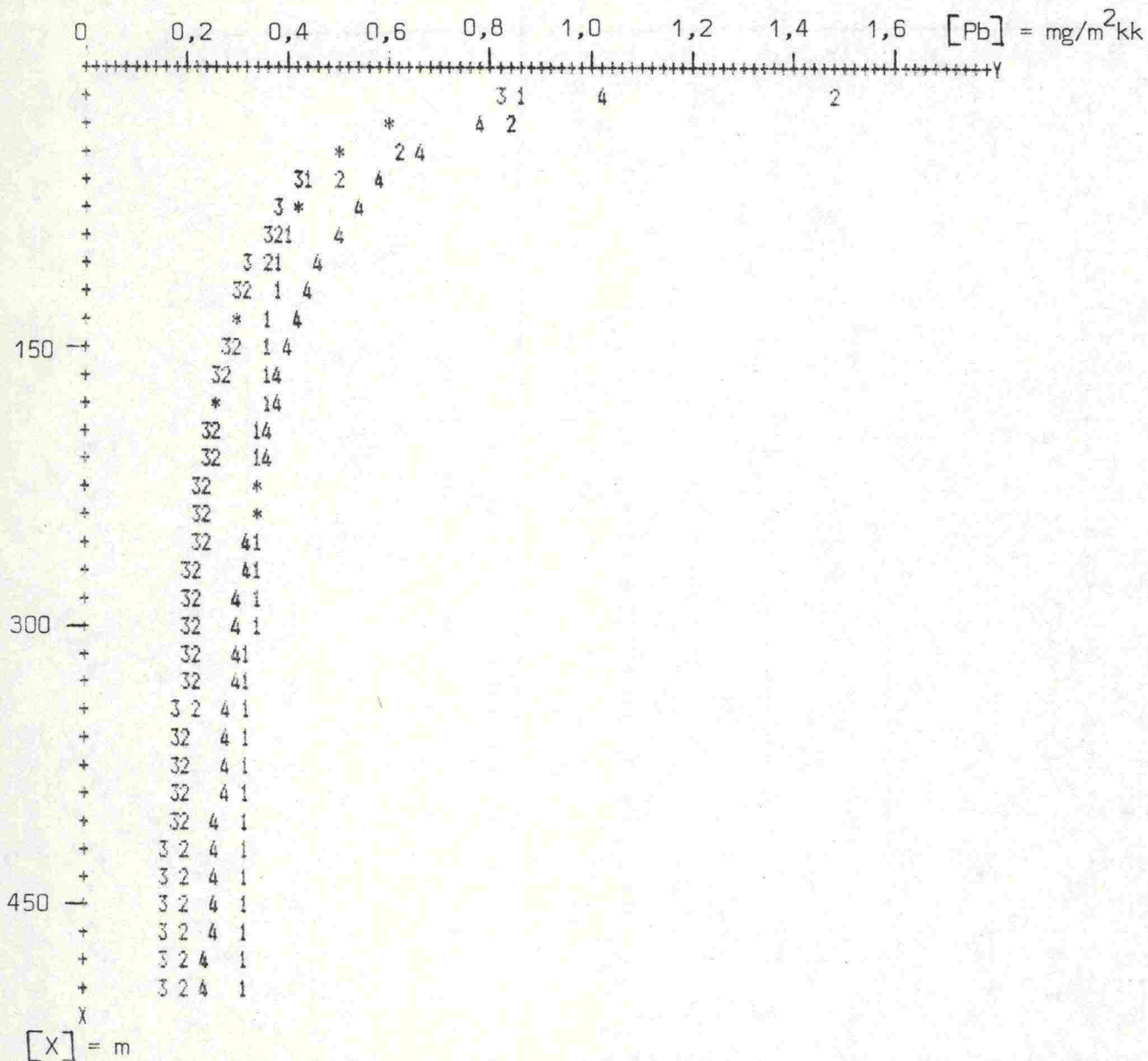
## TIELIIKENTEEN YMPARISTOVAIKUTUS

AIKA: TALVI 1981-1982  
 PAIKKA: JARVELA 00054-(017-018)  
 LIIKENNEMAARA: KVL 2600

HAVAINTOJEN LKM: 77  
 MAARITYS: LYIJY  
 TAUSTA: 0.30 MG/M2KK

## FUNKTIOIDEN KUVAAJAT

KAIKKI HAVAINNOT ALUEITTAIN N=60



## MERKKIEN SELITYS:

- 1 = KAIKKI HAVAINNOT PERUSTAPAUUS N=45
- 2 = KAIKKI HAVAINNOT LEIKKAUS N=10
- 3 = KAIKKI HAVAINNOT PELTOAUKEA N=5
- 4 = KAIKKI HAVAINNOT METSA N=15



## TIE- JA VESIRAKENNUSHALLITUS

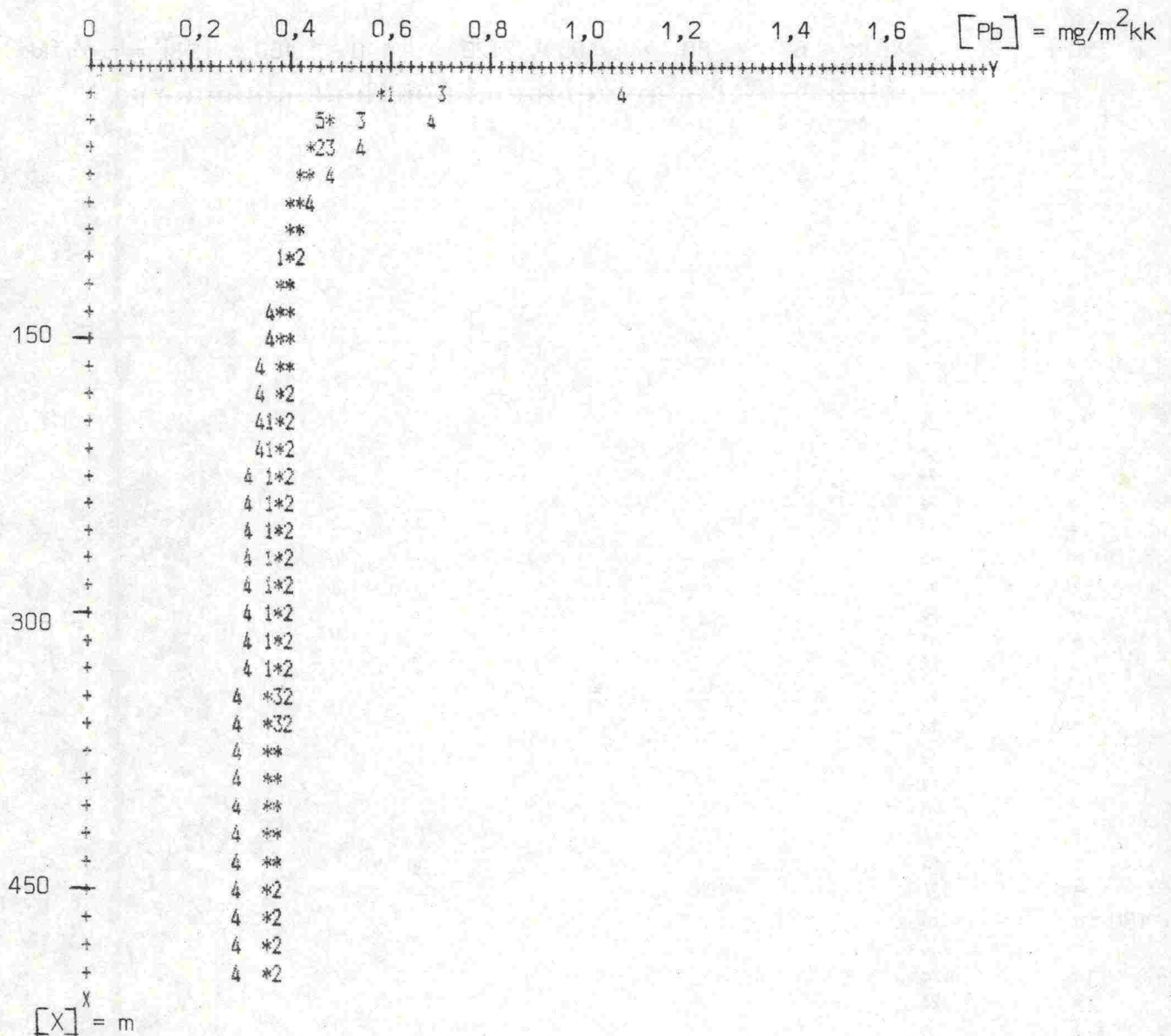
## TIELIIKENTEEN YMPARISTOVAIKUTUS

AIKA: TALVI 1981-1982  
 PAIKKA: MARTTILA 00295-003  
 LIIKENNEMAARA: KVL 500

HAVAINTOJEN LKM: 77  
 MAARITYS: LYIJY  
 TAUSTA: 0.45 MG/M<sup>2</sup>KK

## FUNKTIOIDEN KUVAAJAT

KAIKKI HAVAINNOT ALUEITTAIN N=75



## MERKKIEN SELITYS:

1 = KAIKKI HAVAINNOT PERUSTAPAU	N=45
2 = KAIKKI HAVAINNOT PENDER	N= 5
3 = KAIKKI HAVAINNOT PELTOAUKEA	N= 5
4 = KAIKKI HAVAINNOT PUUSTOKAISTALE	N=10
5 = KAIKKI HAVAINNOT METSA	N=10

## TIE- JA VESIRAKENNUSHALLITUS

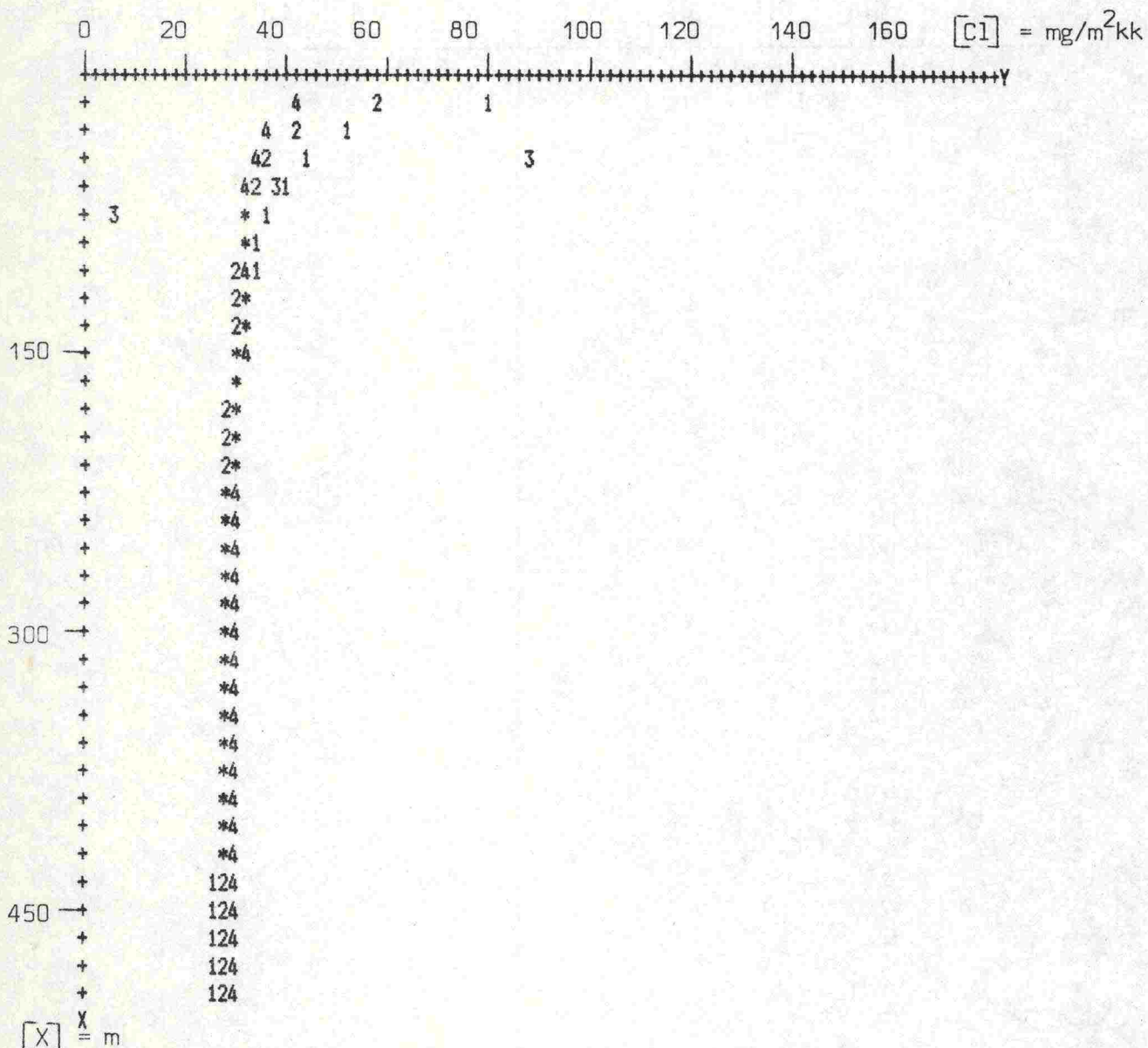
## TIELIIKENTEEN YMPARISTOVAIKUTUS

AIKA: TALVI 1981-1982  
 PAIKKA: MARTTILA 00295-003  
 LIIKENNEMAARA: KVL 600

HAVAINTOJEN LKM: 77  
 MAARITYS: KLORIDI  
 TAUSTA: 40 MG/M<sup>2</sup>KK

## FUNKTIIDEN KUVAAJAT

KAIKKI HAVAINNOT ALUEITTAIN N=70



## MERKKIEN SELITYS:

1 = KAIKKI HAVAINNOT PERUSTAPAUUS N=45  
 2 = KAIKKI HAVAINNOT PELTOAUKEA N= 5  
 3 = KAIKKI HAVAINNOT PUUSTOKAISTALE N=10  
 4 = KAIKKI HAVAINNOT METSA N=10



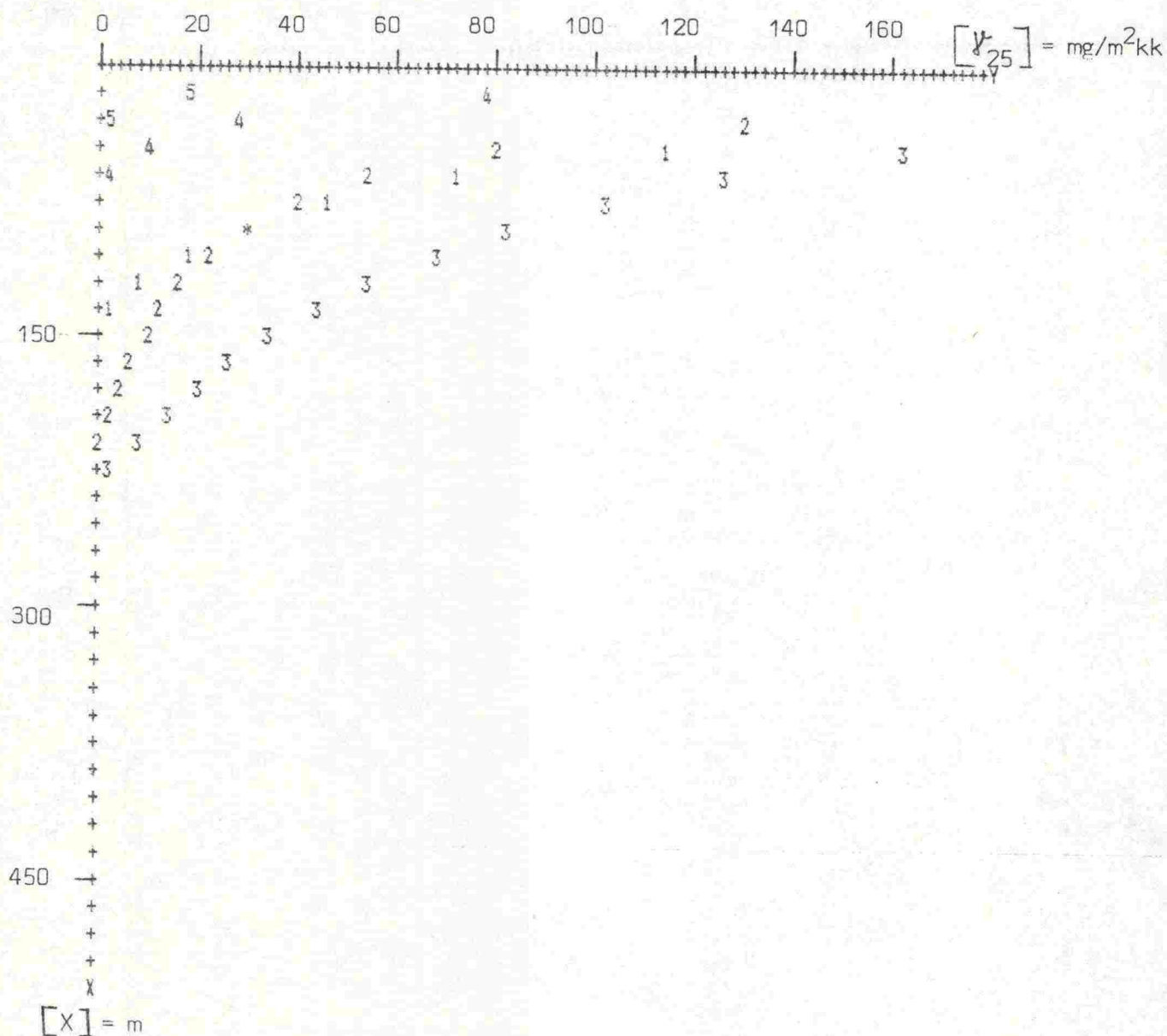
TIELIIKENTEEN YMPARISTOVAIKUTUS

AIKA: TALVI 1981-1982  
 PAIKKA: KEIMOLA, KLAUKKALA,  
 LEVANTO, JARVELA,  
 MARTTILA

MAARITYS: SAHKONJOHTAVUUS

FUNKTIOIDEN KUVAAJAT

PERUSTAPAUKSET LIIKENNEALUEITTAIN, TAUSTA VAHENNNETTYNA N = 213



MERKKIEN SELITYS: 1 = KEIMOLA, KAIKKI HAV. PERUSTAPAUUS N = 41  
 2 = KLAUKKALA, KAIKKI HAV. PERUSTAPAUUS N = 46  
 3 = LEVANTO, KAIKKI HAV. PERUSTAPAUUS N = 42  
 4 = JARVELA, KAIKKI HAV. PERUSTAPAUUS N = 45  
 5 = MARTTILA, KAIKKI HAV. PERUSTAPAUUS N = 45

# TIE- JA VESIRAKENNUSHALLITUS

Liite 14.2/2702

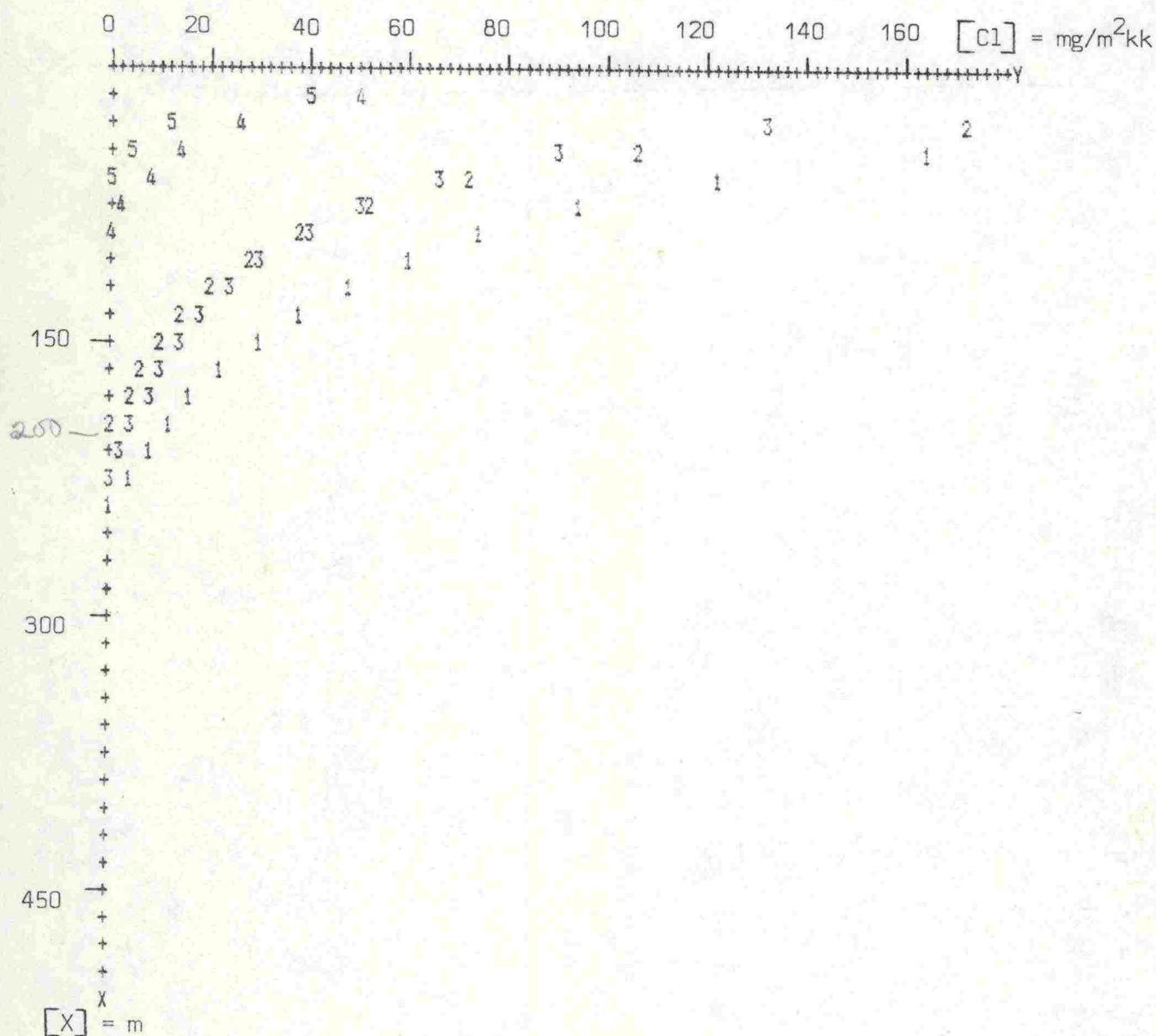
## TIELIIKENTEEN YMPARISTOVAIKUTUS

AIKA: TALVI 1981-1982  
PAIKKA: KEIMOLA, KLAUKKALA,  
LEVANTO, JARVELA,  
MARTTILA

MAARITYS: KLORIDI

## FUNKTIOIDEN KUVAAJAT

PERUSTAPAUKSET LIIKENNEALUEITTAIN, TAUSTA VAHENNETHYNA N=219



MERKKIEN SELITYS: 1 = KEIMOLA, KAIKKI HAV. PERUSTAPAUUS N=41  
2 = KLAUKKALA, KAIKKI HAV. PERUSTAPAUUS N=46  
3 = LEVANTO, KAIKKI HAV. PERUSTAPAUUS N=42  
4 = JARVELA, KAIKKI HAV. PERUSTAPAUUS N=45  
5 = MARTTILA, KAIKKI HAV. PERUSTAPAUUS N=45



## TIE- JA VESIRAKENNUSHALLITUS

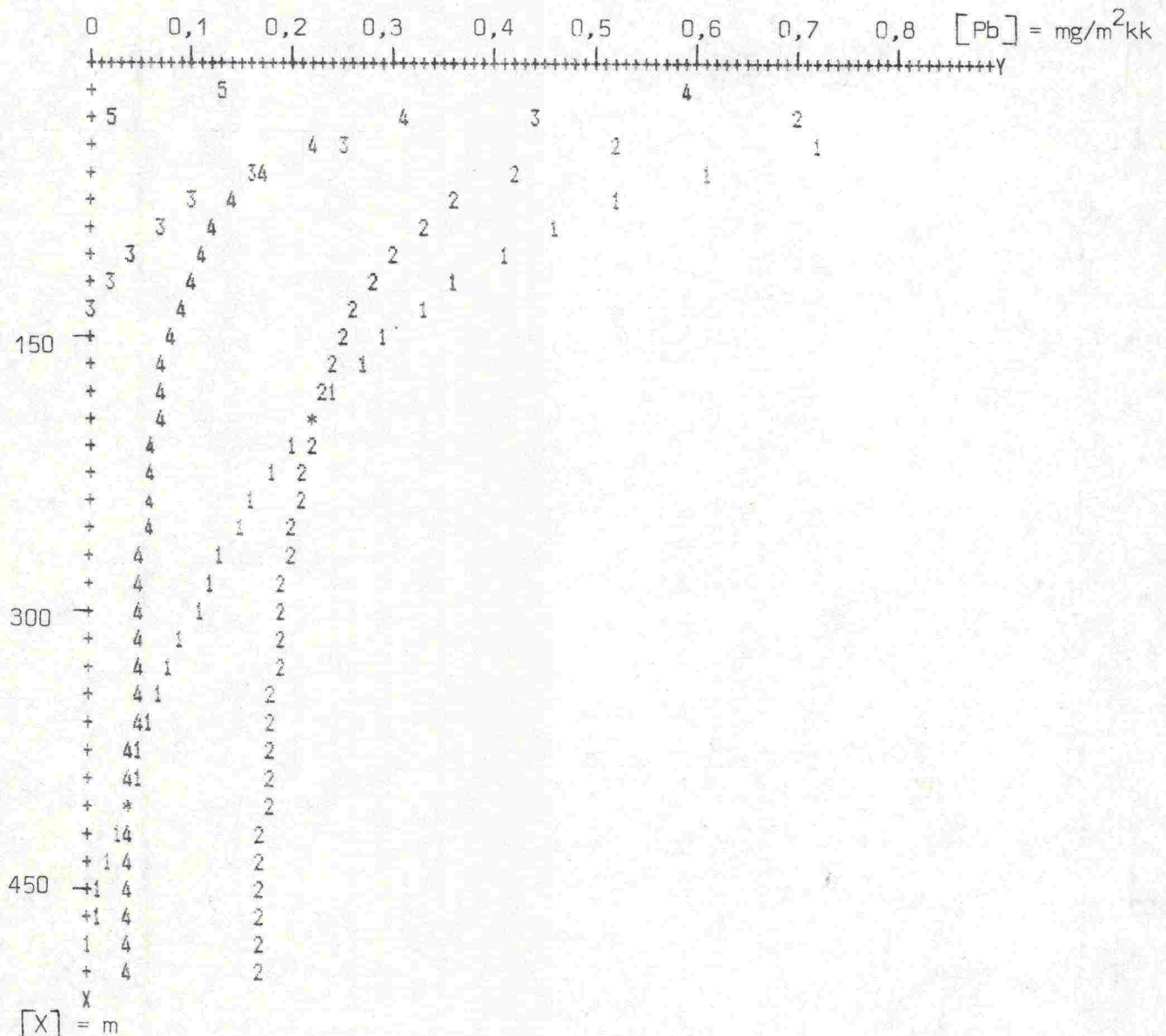
## TIELIIKENTEEN YMPARISTOVAIKUTUS

AIKA: TALVI 1981-1982  
 PAIKKA: KEIMOLA, KLAUKKALA,  
 LEVANTO, JARVELA,  
 MARTTILA

MAARITYS: LYIJY

## FUNKTIOIDEN KUVAAJAT

PERUSTAPAUKSET LIIKENNEALUEITTAIN, TAUSTA VAHENNETTYNA N=219



MERKKIEN SELITYS: 1 = KEIMOLA, KAIKKI HAV. PERUSTAPAUKSET N=41  
 2 = KLAUKKALA, KAIKKI HAV. PERUSTAPAUKSET N=46  
 3 = LEVANTO, KAIKKI HAV. PERUSTAPAUKSET N=42  
 4 = JARVELA, KAIKKI HAV. PERUSTAPAUKSET N=45  
 5 = MARTTILA, KAIKKI HAV. PERUSTAPAUKSET N=45

## TIE- JA VESIRAKENNUSHALLITUS

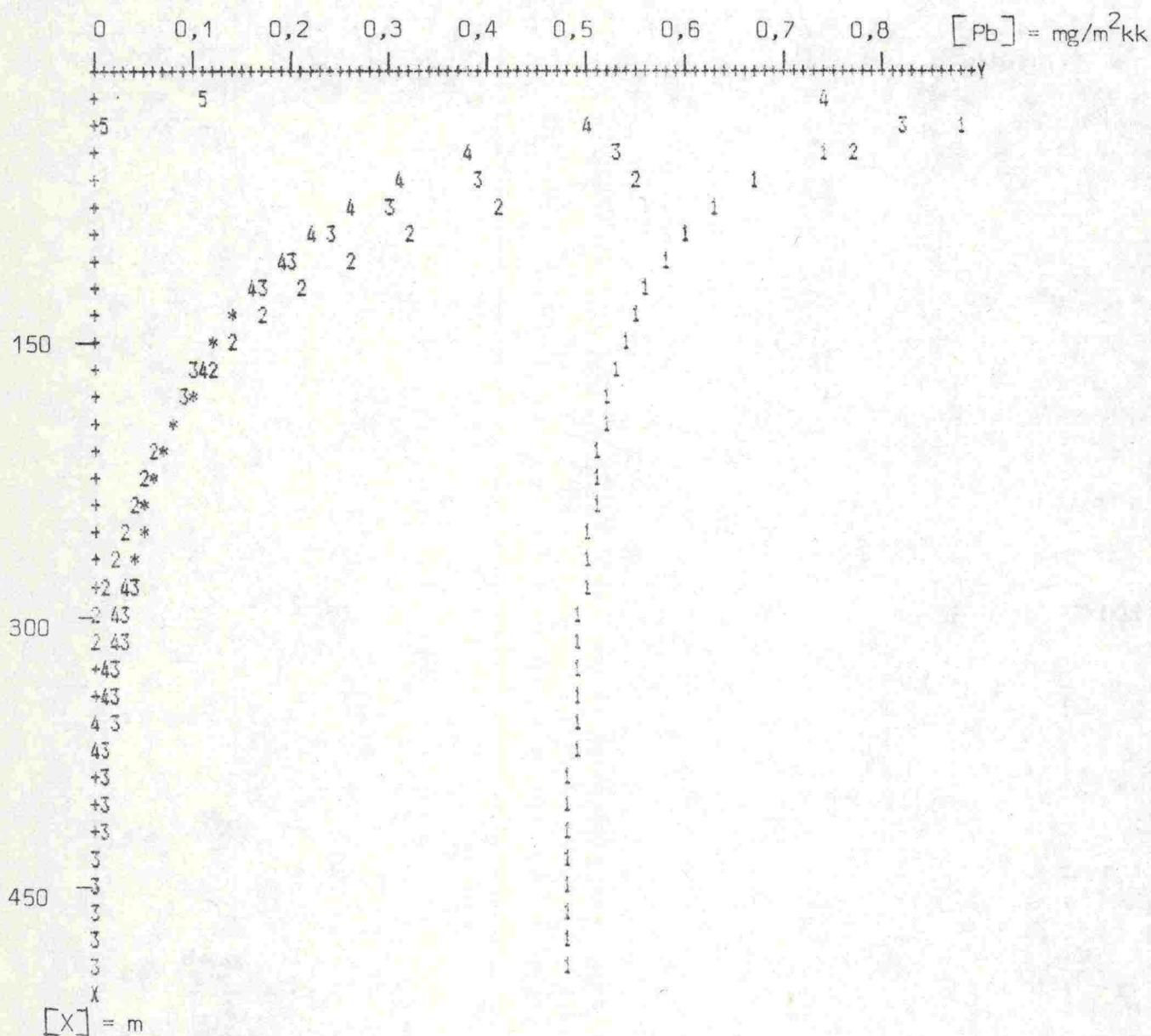
## TIELIIKENTEEN YMPARISTOVAIKUTUS

AIKA: TALVI 1981-1982  
 PAIKKA: KEIMOLA, KLAUKKALA,  
 LEVANTO, JARVELA,  
 MARTTILA

MAARITYS: LYIJY

## FUNKTIIDEN KUVAAJAT

METSALINJAT LIIKENNEALUEITTAIN, TAUSTA VAHENNETTYNA N=61





TVH  
 TIELIIKENTEN YMPÄRISTÖVAIKUTUKSET  
 TALVI 1981-82 TAUSTA-ARVOT

Paikka	pH	$\chi_{25}$ mS/m	Cl mg/m <sup>2</sup> kk	SO <sub>4</sub> mg/m <sup>2</sup> kk	kok.N mg/m <sup>2</sup> kk	Pb mg/m <sup>2</sup> kk
Keimola:						
tausta B	4,6	2,9	85	95	55	0,70
Klaukkala:						
tausta-21	4,5	2,9	38	69	-	0,69
tausta-22	4,5	2,8	45	70	-	0,97
Levanto:						
tausta-31	4,6	2,1	43	65	-	0,41
tausta-32	4,5	2,4	47	84	-	0,63
Järvelä:						
tausta-41	4,5	2,3	32	35	-	0,22
tausta-42	4,5	2,0	37	27	-	0,34
Marttila:						
tausta-51	4,5	2,2	40	55	21	0,33
tausta-52	4,5	2,1	42	51	39	0,59

TIELIIKENTEN YMPÄRISTÖVAIKUTUKSET  
 TALVI 1981-82 KADMIUMLASKEUMA

Linja	Cd mg/m <sup>2</sup> kk
tausta B	0,01
11-0000	0,02
12-0000	0,03

TUTKIMUSTULOSTEN RIIPPUVUUTTA ETÄISYYDESTÄ KUVAAVA YHTÄLÖ,  
SITÄ KOSKEVA KORRELAATIO JA TILASTOLLINEN MERKITSEVYYS  
LINJOITTAIN

TIEDOSUUS 00003-103

*Kimola*

pH

linja	funktio	korr.kerroin	merkitsevyys
11-4400 perust.	$F(X)=4.32+22.2/X$	.952	**
11-5000	$F(X)=5.28 \cdot X^{-.027}$	.380	-
12-4400	$F(X)=4.37+22.2/X$	.996	***
12-5800	$F(X)=4.42+19.3/X$	.946	**
12-6000	$F(X)=4.50+17.7/X$	.950	**
12-6200	$F(X)=4.63+23.5/X$	.902	*
12-6400	$F(X)=4.40+2.89/X$	.959	**
kaikki hav.	$F(X)=4.47+19.4/X$	.833	***
12-5000 leikkaus	$F(X)=4.56+25.9/X$	.977	***
11-6700 risteys	$F(X)=4.40+22.8/X$	.995	***
12-6700	$F(X)=4.58+24.5/X$	.926	**
kaikki hav.	$F(X)=4.50+23.7/X$	.948	***
12-4200 puustok.	$F(X)=3.94+26.6/X$	.893	*
11-1800 metsä	$F(X)=4.25+29.6/X$	.988	***
12-1800	$F(X)=4.31+33.7/X$	.969	**
kaikki hav.	$F(X)=4.28+31.6/X$	.972	***



TUTKIMUSTULOSTEN RIIPPUVUUTTA ETÄISYYDESTÄ KUVAAVA YHTÄLÖ,  
SITÄ KOSKEVA KORRELAATIO JA TILASTOLLINEN MERKITSEVYYS  
LINJOITTAIN

TIEDOSUUS 00003-103

*Kerho*

## Sähkönjohtavuus

linja	funktio	korr.kerroin	merkitsevyys
11-4400 perust.	$F(X) = 2.61 + 111/X$	.990	***
11-5000	$F(X) = 3.29 + (-3.16)/X$	.389	-
12-4400	$F(X) = 1.71 + 175/X$	.934	*
12-5800	$F(X) = 2.85 + 24.0/X$	.869	*
12-6000	$F(X) = 2.22 + 47.5/X$	.965	**
12-6200	$F(X) = 2.52 + 58.9/X$	.962	**
12-6400	$F(X) = 1.54 + 128/X$	.946	**
kaikki hav.	$F(X) = 2.35 + 77.4/X$	.714	***
12-5000 leikkaus	$F(X) = 2.54 + 55.3/X$	.961	**
11-6700 risteys	$F(X) = 7.35 \cdot \ln(X) + (-.726)$	.955	*
12-6700	$F(X) = 2.04 + 90.7/X$	.961	**
kaikki hav.	$F(X) = 2.75 + 58.9/X$	.837	**
12-4200 puustok.	$F(X) = 2.57 + 70.4/X$	.982	***
11-1800 metsä	$F(X) = 2.03 + 144/X$	.894	*
12-1800	$F(X) = 1.22 + 161/X$	.942	**
kaikki hav.	$F(X) = 1.63 + 152/X$	.918	***

TUTKIMUSTULOSTEN RIIPPUVUUTTA ETÄISYYDESTÄ KUVAAVA YHTÄLÖ,  
SITÄ KOSKEVA KORRELAATIO JA TILASTOLLINEN MERKITYSEVYYS  
LINJOITTAIN

TIEOSUUS 00003-103

*Kerimä*

## Kloridi

linja	funktio	korr.kerroin	merkitsevyys
11-4400 perust.	$F(X)=5.07+13300/X$	.981	***
11-5000	$F(X)=92.0+2720/X$	.927	**
12-4400	$F(X)=-230+34900/X$	.943	*
12-5800	$F(X)=69.2+5280/X$	.985	***
12-6000	$F(X)=1.50+6920/X$	.973	**
12-6200	$F(X)=-36.5+13900/X$	.988	***
12-6400	$F(X)=-266+29900/X$	.950	**
kaikki hav.	$F(X)=3000 \cdot X^{-.651}$	.834	***
12-5000 leikkaus	$F(X)=76.5+5120/X$	.985	***
11-6700 risteys	$F(X)=102+3830/X$	.966	**
12-6700	$F(X)=38.6+6600/X$	.996	***
kaikki hav.	$F(X)=71.9+5240/X$	.955	***
12-4200 puustok.	$F(X)=20.6+9310/X$	.988	***
11-1800 metsä	$F(X)=-258+25800/X$	.937	**
12-1800	$F(X)=-105+17300/X$	.943	**
kaikki hav.	$F(X)=-181+21600/X$	.919	***



TUTKIMUSTULOSTEN RIIPPUVUUTTA ETÄISYYDESTÄ KUVAAVA YHTÄLÖ,  
SITÄ KOSKEVA KORRELAATIO JA TILASTOLLINEN MERKITSEVYYS  
LINJOITTAIN

TIEDOSUUS 00003-103

*kerhola*

## Sulfaatti

linja	funktio	korr.kerroin	merkitsevyys
11-4400 perust.	$F(X)=313 \cdot X^{-.250}$	.738	-
11-5000	$F(X)=81.6+273/X$	.963	**
12-4400	$F(X)=200 \cdot \ln(X)+(-16.1)$	.877	-
12-5800	$F(X)=78.5+982/X$	.896	*
12-6000	$F(X)=81.3 \cdot e^{(-5.43 \cdot 10^{-4} \cdot X)}$	.588	-
12-6200	$F(X)=51.6+2040/X$	.969	**
12-6400	$F(X)=37.8+2400/X$	.983	***
kaikki hav.	$F(X)=243 \cdot X^{-.221}$	.664	***
12-5000 leikkaus	$F(X)=102+434/X$	.583	-
11-6700 risteys	$F(X)=121 \cdot e^{(-1.39 \cdot 10^{-3} \cdot X)}$	.822	-
12-6700	$F(X)=73.5+1070/X$	.957	**
kaikki hav.	$F(X)=220 \cdot X^{-.187}$	.785	**
12-4200 puustok.	$F(X)=314 \cdot X^{-.216}$	.920	**
11-1800 metsä	$F(X)=93.6+1300/X$	.830	*
12-1800	$F(X)=96.9+1350/X$	.907	*
kaikki hav.	$F(X)=95.2+1330/X$	.866	***

TUTKIMUSTULOSTEN RIIPPUVUUTTA ETÄISYYDESTÄ KUVAAVA YHTÄLÖ,  
SITÄ KOSKEVA KORRELAATIO JA TILASTOLLINEN MERKITSEVYYS  
LINJOITTAIN

TIEDOSUUS 00003-103

*Kerho*

Lyijy

linja	funktio	korr.kerroin	merkitsevyys
11-4400 perust.	$F(X)=3.48 \cdot X^{-.247}$	.969	**
11-5000	$F(X)=2.38 \cdot X^{-.169}$	.711	-
12-4400	$F(X)=1.22+18.7/X$	.983	**
12-5800	$F(X)=.845+22.8/X$	.987	***
12-6000	$F(X)=3.67 \cdot X^{-.272}$	.963	**
12-6200	$F(X)=.610+19.3/X$	.985	***
12-6400	$F(X)=.565+34.0/X$	.999	***
kaikki hav.	$F(X)=4.52 \cdot X^{-.302}$	.862	***
12-5000 leikkaus	$F(X)=4.03 \cdot X^{-.258}$	.972	**
11-6700 risteys	$F(X)=3.39 \cdot e^{(-2.96 \cdot 10^{-3} \cdot X)}$	.925	*
12-6700	$F(X)=9.37 \cdot X^{-.354}$	.951	**
kaikki hav.	$F(X)=9.64 \cdot X^{-.356}$	.901	***
12-4200 puustok.	$F(X)=.954+23.3/X$	.995	***
11-1800 metsä	$F(X)=.850+16.8/X$	.981	***
12-1800	$F(X)=3.12 \cdot X^{-.145}$	.667	-
kaikki hav.	$F(X)=1.15+13.4/X$	.775	**



TUTKIMUSTULOSTEN RIIPPUVUUTTA ETÄISYYDESTÄ KUVAAVA YHTÄLÖ,  
SITÄ KOSKEVA KORRELAATIO JA TILASTOLLINEN MERKITSEVYYS  
LINJOITTAIN

TIEOSUUS 00003-103

*Kerola*

## Kokonaistyyppi

linja	funktio	korr.kerroin	merkitsevyys
11-4400 perust.	$F(X) = 64.5 * X^{-.066}$	.564	-
11-5000	$F(X) = 62.7 * \ln(X) + (-2.34)$	.143	-
12-4400	$F(X) = 50.8 + 435/X$	.825	-
12-5800	$F(X) = 102 * X^{-.163}$	.762	-
12-6000	$F(X) = 46.3 + (-48.4)/X$	.380	-
12-6200	$F(X) = 38.2 + 373/X$	.906	*
12-6400	$F(X) = 35.7 + 287/X$	.843	*
kaikki hav.	$F(X) = 44.5 + 208/X$	.456	**
12-5000 leikkaus	$F(X) = 45.2 + 15.6/X$	.110	-
11-6700 risteys	$F(X) = 65.2 * e^{(-1.18 * 10^{-3} * X)}$	.662	-
12-6700	$F(X) = 50.8 + (-119)/X$	.526	-
kaikki hav.	$F(X) = 52.8 * e^{(-4.05 * 10^{-4} * X)}$	.283	-
12-4200 puustok.	$F(X) = 77.2 * \ln(X) + (-5.09)$	.879	*
11-1800 metsä	$F(X) = 48.0 + 277/X$	.735	-
12-1800	$F(X) = 64.1 + (-179)/X$	.557	-
kaikki hav.	$F(X) = 56.1 + 49.0/X$	.139	-

TUTKIMUSTULOSTEN RIIPPUVUUTTA ETÄISYYDESTÄ KUVAAVA YHTÄLÖ,  
SITÄ KOSKEVA KORRELAATIO JA TILASTOLLINEN MERKITSEVYYS  
LINJOITTAIN

TIEOSUUS 00003-(105-106) *Klankkala*

pH

linja	funktio	korr.kerroin	merkitsevyys
21-4300 perust.	$F(X)=4.27+13.5/X$	.962	**
21-4700	$F(X)=7.73 \cdot X^{-.094}$	.895	*
21-5400	$F(X)=4.48+12.7/X$	.969	**
21-9400	$F(X)=4.51+18.9/X$	.994	***
21-9600	$F(X)=4.42+23.8/X$	.988	***
22-4700	$F(X)=4.90+9.59/X$	.469	-
22-5400	$F(X)=4.50+9.19/X$	.950	*
22-5700	$F(X)=6.43 \cdot X^{-.064}$	.892	*
kaikki hav.	$F(X)=4.57+14.1/X$	.771	***
21-9200 puustok.	$F(X)=4.37+19.8/X$	.992	***
22-4900	$F(X)=5.02+14.7/X$	.543	-
22-5100	$F(X)=4.57+15.3/X$	.954	**
kaikki hav.	$F(X)=4.65+16.6/X$	.739	***
21-7100 metsä	$F(X)=4.33+23.4/X$	.979	***
22-7100	$F(X)=4.66+18.5/X$	.985	***
kaikki hav.	$F(X)=4.49+21.0/X$	.967	***



TUTKIMUSTULOSTEN RIIPPUVUUTTA ETÄISYYDESTÄ KUVAAVA YHTÄLÖ,  
SITÄ KOSKEVA KORRELAATIO JA TILASTOLLINEN MERKITSEVYYS  
LINJOITTAIN

TIEOSUUS 00003-(105-106) *Klaaukhalo*

Sähkönjohtavuus

linja	funktio	korr.kerroin	merkitsevyys
21-4300 perust.	$F(X)=3.20+32.8/X$	.794	-
21-4700	$F(X)=2.72+60.2/X$	.943	**
21-5400	$F(X)=3.21+27.0/X$	.949	**
21-9400	$F(X)=2.39+33.8/X$	.935	**
21-9600	$F(X)=2.15+65.3/X$	.929	**
22-4700	$F(X)=2.51+79.3/X$	.955	**
22-5400	$F(X)=3.02+37.3/X$	.970	**
22-5700	$F(X)=2.15+40.0/X$	.963	**
kaikki hav.	$F(X)=2.68+46.9/X$	.846	***
21-9200 puustok.	$F(X)=2.43+39.2/X$	.971	**
22-4900	$F(X)=2.82+64.8/X$	.976	***
22-5100	$F(X)=2.48+55.8/X$	.942	**
kaikki hav.	$F(X)=2.58+53.3/X$	.918	***
21-7100 metsä	$F(X)=1.01+153/X$	.932	**
22-7100	$F(X)=2.05+46.2/X$	.917	*
kaikki hav.	$F(X)=1.53+99.7/X$	.794	**

TUTKIMUSTULOSTEN RIIPPUVUUTTA ETÄISYYDESTÄ KUVAAVA YHTÄLÖ,  
SITÄ KOSKEVA KORRELAATIO JA TILASTOLLINEN MERKITSEVYYS  
LINJOITTAIN

TIEOSUUS 00003-(105-106) *Klarihala*

Kloridi

linja	funktio	korr.kerroin	merkitsevyys
21-4300 perust.	$F(X) = -5.47 + 6100/X$	.978	***
21-4700	$F(X) = 40.6 + 7030/X$	.923	**
21-5400	$F(X) = 53.1 + 4880/X$	.934	**
21-9400	$F(X) = 3.79 + 5120/X$	.980	***
21-9600	$F(X) = -47.5 + 8550/X$	.958	**
22-4700	$F(X) = 13.3 + 6940/X$	.983	***
22-5400	$F(X) = 2.95 + 5810/X$	.989	**
22-5700	$F(X) = 3.98 + 5940/X$	.960	**
kaikki hav.	$F(X) = 8.50 + 6290/X$	.939	***
21-9200 puustok.	$F(X) = -12.1 + 5250/X$	.952	**
22-4900	$F(X) = 27.8 + 5710/X$	.982	***
22-5100	$F(X) = -8.34 + 7290/X$	.962	**
kaikki hav.	$F(X) = 2.47 + 6080/X$	.947	***
21-7100 metsä	$F(X) = -221 + 22000/X$	.942	**
22-7100	$F(X) = -14.7 + 6450/X$	.934	**
kaikki hav.	$F(X) = -118 + 14200/X$	.808	**



TUTKIMUSTULOSTEN RIIPPUVUUTTA ETÄISYYDESTÄ KUVAAVA YHTÄLÖ,  
SITÄ KOSKEVA KORRELAATIO JA TILASTOLLINEN MERKITSEVYYS  
LINJOITTAIN

TIEOSUUS 00003-(105-106) *Klaukka*

Sulfaatti

linja	funktio	korr.kerroin	merkitsevyys
21-4300 perust.	$F(X) = 115 \cdot \ln(X) + (-11.5)$	.860	-
21-4700	$F(X) = 65.6 + 711/X$	.841	*
21-5400	$F(X) = 206 \cdot X^{-.217}$	.950	**
21-9400	$F(X) = 73.3 + 474/X$	.902	*
21-9600	$F(X) = 60.2 + 782/X$	.973	**
22-4700	$F(X) = 72.6 + 633/X$	.751	-
22-5400	$F(X) = 120 \cdot e^{(-2.56 \cdot 10^{-3} \cdot X)}$	.822	-
22-5700	$F(X) = 66.3 + 866/X$	.989	**
kaikki hav.	$F(X) = 67.9 + 623/X$	.799	***
21-9200 puustok.	$F(X) = 76.1 + 583/X$	.890	*
22-4900	$F(X) = 62.8 + 870/X$	.991	***
22-5100	$F(X) = 75.9 + 742/X$	.708	-
kaikki hav.	$F(X) = 71.6 + 732/X$	.829	***
21-7100 metsä	$F(X) = 65.1 + 1510/X$	.939	**
22-7100	$F(X) = 65.1 + 1120/X$	.922	**
kaikki hav.	$F(X) = 65.1 + 1310/X$	.916	***

TUTKIMUSTULOSTEN RIIPPUVUUTTA ETÄISYYDESTÄ KUVAAVA YHTÄLÖ,  
SITÄ KOSKEVA KORRELAATIO JA TILASTOLLINEN MERKITSEVYYS  
LINJOITTAIN

TIEOSUUS 00003-(105-106) *Klankkala*

Lyijy

linja	funktio	korr.kerroin	merkitsevyys
21-4300 perust.	$F(X) = 1.04 + 11.3/X$	.966	**
21-4700	$F(X) = 1.59 * e^{(-1.06 \cdot 10^{-3} * X)}$	.774	-
21-5400	$F(X) = 3.82 * X^{-.274}$	.900	*
21-9400	$F(X) = .698 + 27.0/X$	.987	***
21-9600	$F(X) = .630 + 33.2/X$	.983	***
22-4700	$F(X) = 1.16 + 13.1/X$	.853	*
22-5400	$F(X) = 4.85 * X^{-.289}$	.978	**
22-5700	$F(X) = 1.01 + 20.9/X$	.970	**
kaikki hav.	$F(X) = .963 + 17.6/X$	.853	***
21-9200 puustok.	$F(X) = 4.57 * X^{-.306}$	.977	***
22-4900	$F(X) = 2.00 * e^{(-2.14 \cdot 10^{-3} * X)}$	.867	*
22-5100	$F(X) = 3.33 * X^{-.133}$	.780	-
kaikki hav.	$F(X) = 3.07 * \ln(X) + (-.341)$	.778	***
21-7100 metsä	$F(X) = .596 + 37.7/X$	.940	**
22-7100	$F(X) = .795 + 45.6/X$	.964	**
kaikki hav.	$F(X) = .696 + 41.7/X$	.940	***



TUTKIMUSTULOSTEN RIIPPUVUUTTA ETÄISYYDESTÄ KUVAAVA YHTÄLÖ,  
SITÄ KOSKEVA KORRELAATIO JA TILASTOLLINEN MERKITSEVYYS  
LINJOITTAIN

TIEOSUUS 0004-(115-116) *devanto*

pH

linja	funktio	korr.kerroin	merkitsevyys
31-0200 perust.	$F(X)=4.53+21.8/X$	.981	***
31-0400	$F(X)=9.51 \cdot X^{-.133}$	.935	**
31-5300	$F(X)=4.66+21.9/X$	.959	**
32-0400	$F(X)=4.54+18.6/X$	.971	**
32-1700	$F(X)=4.50+20.6/X$	.980	***
32-2300	$F(X)=4.58+16.6/X$	.885	*
32-2600	$F(X)=4.37+29.5/X$	.967	**
kaikki hav.	$F(X)=4.55+22.4/X$	.914	***
32-5800 leikkaus	$F(X)=4.49+22.6/X$	.996	***
31-6900 järvenpää	$F(X)=4.91+19.1/X$	.901	*
31-7100	$F(X)=4.49+23.9/X$	.987	**
31-7300	$F(X)=5.01+19.2/X$	.699	-
32-7300	$F(X)=10.5 \cdot X^{-.180}$	.989	*
kaikki hav.	$F(X)=4.74+22.0/X$	.882	***
31-1700 metsä	$F(X)=4.51+25.1/X$	.945	**
31-2300	$F(X)=4.52+29.0/X$	.959	**
kaikki hav.	$F(X)=4.52+27.0/X$	.949	***

TUTKIMUSTULOSTEN RIIPPUVUUTTA ETÄISYYDESTÄ KUVAAVA YHTÄLÖ,  
SITÄ KOSKEVA KORRELAATIO JA TILASTOLLINEN MERKITSEVYYS  
LINJOITTAIN

TIEOSUUS 0004-(115-116) *Levanto*

Sähkönjohtavuus

linja	funktio	korr.kerroin	merkitsevyys
31-0200 perust.	$F(X) = -6.68 + 697/X$	.927	**
31-0400	$F(X) = .773 + 130/X$	.948	**
31-5300	$F(X) = 2.05 + 57.4/X$	.975	***
32-0400	$F(X) = 1.89 + 42.4/X$	.980	***
32-1700	$F(X) = 2.06 + 27.4/X$	.848	*
32-2300	$F(X) = 2.68 + 20.0/X$	.924	**
32-2600	$F(X) = -3.66 + 482/X$	.928	**
kaikki hav.	$F(X) = 13.8 * X^{-.329}$	.577	***
32-5800 leikkaus	$F(X) = 1.28 + 82.7/X$	.976	**
31-6900 järvenpää	$F(X) = 1.50 + 80.3/X$	.974	**
31-7100	$F(X) = 2.27 + 39.4/X$	.961	**
31-7300	$F(X) = -4.94 + 377/X$	.955	*
32-7300	$F(X) = 1.56 + 68.0/X$	.975	*
kaikki hav.	$F(X) = 20.6 * X^{-.434}$	.717	***
31-1700 metsä	$F(X) = 2.49 + 39.6/X$	.742	-
31-2300	$F(X) = 1.74 + 93.1/X$	.937	**
kaikki hav.	$F(X) = 2.11 + 66.3/X$	.823	**



TUTKIMUSTULOSTEN RIIPPUVUUTTA ETÄISYYDESTÄ KUVAAVA YHTÄLÖ,  
SITÄ KOSKEVA KORRELAATIO JA TILASTOLLINEN MERKITSEVYYS  
LINJOITTAIN

TIEOSUUS 0004-(115-116) *Seuranjo*

Kloridi

linja	funktio	korr.kerroin	merkitsevyys
31-0200 perust.	$F(X) = -30.9 + 7080/X$	.954	**
31-0400	$F(X) = -169 + 20100/X$	.962	**
31-5300	$F(X) = -1.91 + 5740/X$	.990	***
32-0400	$F(X) = -8.74 + 6310/X$	.977	***
32-1700	$F(X) = 15.1 + 2670/X$	.970	**
32-2300	$F(X) = 807 * X^{-.538}$	.867	*
32-2600	$F(X) = -760 + 63500/X$	.930	**
kaikki hav.	$F(X) = 1870 * X^{-.687}$	.791	***
32-5800 leikkaus	$F(X) = -41.1 + 7800/X$	.964	**
31-6900 järvenpää	$F(X) = -62.4 + 8820/X$	.982	**
31-7100	$F(X) = 23.8 + 3930/X$	.997	***
31-7300	$F(X) = -603 + 34800/X$	.947	-
32-7300	$F(X) = -91.6 + 7700/X$	.976	*
kaikki hav.	$F(X) = 5020 * X^{-.948}$	.833	***
31-1700 metsä	$F(X) = 12.6 + 4900/X$	.963	**
31-2300	$F(X) = -26.1 + 8240/X$	.965	**
kaikki hav.	$F(X) = -6.74 + 6570/X$	.928	***

TUTKIMUSTULOSTEN RIIPPUVUUTTA ETÄISYYDESTÄ KUVAAVA YHTÄLÖ,  
SITÄ KOSKEVA KORRELAATIO JA TILASTOLLINEN MERKITSEVYYS  
LINJOITTAIN

TIEOSUUS 0004-(115-116) *devanto*

Sulfaatti

linja	funktio	korr.kerroin	merkitsevyys
31-0200 perust.	$F(X) = 54.0 + 658/X$	.857	*
31-0400	$F(X) = 36.4 + 2020/X$	.931	**
31-5300	$F(X) = 115 \cdot \ln(X) + (-8.91)$	.910	*
32-0400	$F(X) = 47.7 + 1040/X$	.990	***
32-1700	$F(X) = 57.1 + 421/X$	.739	-
32-2300	$F(X) = 130 \cdot X^{-.123}$	.805	-
32-2600	$F(X) = 26.3 + 2240/X$	.952	**
kaikki hav.	$F(X) = 51.0 + 1010/X$	.736	***
32-5800 leikkaus	$F(X) = 46.1 + 1220/X$	.973	**
31-6900 järvenpää	$F(X) = 67.4 + 310/X$	.354	-
31-7100	$F(X) = 131 \cdot \ln(X) + (-13.2)$	.892	*
31-7300	$F(X) = 25.5 + 1950/X$	.965	*
32-7300	$F(X) = 39.0 + 883/X$	.980	*
kaikki hav.	$F(X) = 53.7 + 755/X$	.645	**
31-1700 metsä	$F(X) = 70.0 + 714/X$	.888	*
31-2300	$F(X) = 70.3 + 427/X$	.783	-
kaikki hav.	$F(X) = 70.1 + 571/X$	.818	**



TUTKIMUSTULOSTEN RIIPPUVUUTTA ETÄISYYDESTÄ KUVAAVA YHTÄLÖ,  
SITÄ KOSKEVA KORRELAATIO JA TILASTOLLINEN MERKITSEVYYS  
LINJOITTAIN

TIEOSUUS 0004-(115-116) *Levanto*

Lyijy

linja	funktio	korr.kerroin	merkitsevyys
31-0200 perust.	$F(X) = .315 + 29.6/X$	.979	***
31-0400	$F(X) = .402 + 24.4/X$	.994	***
31-5300	$F(X) = .345 + 11.8/X$	.958	**
32-0400	$F(X) = .283 + 20.7/X$	.997	***
32-1700	$F(X) = .513 + 10.2/X$	.867	*
32-2300	$F(X) = .597 + 3.96/X$	.906	*
32-2600	$F(X) = .319 + 21.2/X$	.963	**
kaikki hav.	$F(X) = .396 + 17.4/X$	.852	***
32-5800 leikkaus	$F(X) = .527 + 15.0/X$	.963	**
31-6900 järvenpää	$F(X) = .399 + 17.0/X$	.989	**
31-7100	$F(X) = 2.84 * X^{-.270}$	.999	***
31-7300	$F(X) = .421 + 15.1/X$	.845	-
32-7300	$F(X) = .321 + 16.0/X$	.930	-
kaikki hav.	$F(X) = .493 + 13.8/X$	.894	***
31-1700 metsä	$F(X) = .609 + 22.3/X$	.915	*
31-2300	$F(X) = .314 + 32.1/X$	.979	***
kaikki hav.	$F(X) = .461 + 27.2/X$	.941	***

TUTKIMUSTULOSTEN RIIPPUVUUTTA ETÄISYYDESTÄ KUVAAVA YHTÄLÖ,  
SITÄ KOSKEVA KORRELAATIO JA TILASTOLLINEN MERKITSEVYYS  
LINJOITTAIN

TIEOSUUS 00054-(017-018) *Järvelä*

pH

linja	funktio	korr.kerroin	merkitsevyys
41-0100 perust.	$F(X)=4.44+14.4/X$	.976	**
41-0300	$F(X)=4.39+19.3/X$	.998	***
41-2300	$F(X)=4.51+14.8/X$	.990	**
42-0150	$F(X)=4.53+17.1/X$	.983	**
52-0800	$F(X)=4.36+16.8/X$	.982	**
42-1000	$F(X)=4.26+20.8/X$	.991	***
42-1100	$F(X)=4.40+19.6/X$	.994	***
42-2300	$F(X)=4.46+17.3/X$	.991	**
42-2700	$F(X)=4.64+3.49/X$	.896	*
kaikki hav.	$F(X)=4.44+16.0/X$	.932	***
41-1000 leikkaus	$F(X)=4.45+15.2/X$	.995	***
41-1100	$F(X)=4.43+17.4/X$	.995	***
kaikki hav.	$F(X)=4.44+16.3/X$	.991	***
41-0800 peltoauea	$F(X)=4.36+18.3/X$	.998	***
41-1800 metsä	$F(X)=4.36+13.9/X$	.975	**
41-2700	$F(X)=4.38+9.69/X$	.951	*
42-1800	$F(X)=4.35+14.1/X$	.989	**
kaikki hav.	$F(X)=4.36+12.6/X$	.956	***



TUTKIMUSTULOSTEN RIIPPUVUUTTA ETÄISYYDESTÄ KUVAAVA YHTÄLÖ,  
SITÄ KOSKEVA KORRELAATIO JA TILASTOLLINEN MERKITSEVYYS  
LINJOITTAIN

TIEOSUUS 00054-(017-018)

*Jävelä*

## Sähkönjohtavuus

linja	funktio	korr.kerroin	merkitsevyys
41-0100 perust.	$F(X)=2.33+14.8/X$	.658	-
41-0300	$F(X)=1.77+22.2/X$	.863	-
41-2300	$F(X)=2.06+10.5/X$	.897	*
42-0150	$F(X)=1.78+16.6/X$	.967	**
52-0800	$F(X)=2.09+8.84/X$	.861	-
42-1000	$F(X)=2.19+7.81/X$	.611	-
42-1100	$F(X)=1.23+55.0/X$	.920	*
42-2300	$F(X)=2.01+7.29/X$	.844	-
42-2700	$F(X)=2.01+5.44/X$	.831	-
kaikki hav.	$F(X)=1.94+16.5/X$	.631	***
41-1000 leikkaus	$F(X)=.444+123/X$	.920	*
41-1100	$F(X)=-1.47+223/X$	.931	*
kaikki hav.	$F(X)=-.515+173/X$	.886	***
41-0800 peltoaukea	$F(X)=-2.84+319/X$	.936	*
41-1800 metsä	$F(X)=2.82 \cdot e^{(-6.30 \cdot 10^{-4} \cdot X)}$	.584	-
41-2700	$F(X)=3.56 \cdot e^{(-1.20 \cdot 10^{-3} \cdot X)}$	.713	-
42-1800	$F(X)=2.44+10.6/X$	.832	-
kaikki hav.	$F(X)=3.61 \cdot \ln(X)+(-.180)$	.429	-

TUTKIMUSTULOSTEN RIIPPUVUUTTA ETÄISYYDESTÄ KUVAAVA YHTÄLÖ,  
SITÄ KOSKEVA KORRELAATIO JA TILASTOLLINEN MERKITSEVYYS  
LINJOITTAIN

TIEOSUUS 00054-(017-018)

*Järvelä*

## Kloridi

linja	funktio	korr.kerroin	merkitsevyys
41-0100 perust.	$F(X) = -1.28 + 2170/X$	.995	***
41-0300	$F(X) = 11.4 + 1540/X$	.993	***
41-2300	$F(X) = 13.8 + 1780/X$	.987	**
42-0150	$F(X) = 22.7 + 906/X$	.956	*
52-0800	$F(X) = 17.4 + 671/X$	.987	**
42-1000	$F(X) = 10.6 + 1330/X$	.981	**
42-1100	$F(X) = -62.1 + 5970/X$	.935	*
42-2300	$F(X) = 20.2 + 941/X$	.971	**
42-2700	$F(X) = 32.9 + 342/X$	.933	*
kaikki hav.	$F(X) = 356 * X^{-.517}$	.795	***
41-1000 leikkaus	$F(X) = -148 + 11500/X$	.948	*
41-1100	$F(X) = -368 + 25400/X$	.939	*
kaikki hav.	$F(X) = -258 + 18500/X$	.866	**
41-0800 peltoaukea	$F(X) = -463 + 31000/X$	.943	*
41-1800 metsä	$F(X) = 28.2 + 300/X$	.862	-
41-2700	$F(X) = .479 + 1590/X$	.963	**
42-1800	$F(X) = 14.3 + 996/X$	.966	**
kaikki hav.	$F(X) = 14.3 + 962/X$	.830	***



TUTKIMUSTULOSTEN RIIPPUVUUTTA ETÄISYYDESTÄ KUVAAVA YHTÄLÖ,  
SITÄ KOSKEVA KORRELAATIO JA TILASTOLLINEN MERKITSEVYYS  
LINJOITTAIN

TIEOSUUS 00054-(017-018)

*Järvelä*

Sulfaatti

linja	funktio	korr.kerroin	merkitsevyys
41-0100 perust.	$F(X)=41.9+130/X$	.587	-
41-0300	$F(X)=129 \cdot X^{-.301}$	.934	*
41-2300	$F(X)=29.9+364/X$	.978	**
42-0150	$F(X)=36.9 \cdot e^{(1.05 \cdot 10^{-3} \cdot X)}$	.416	-
52-0800	$F(X)=24.6+132/X$	.900	*
42-1000	$F(X)=25.6+343/X$	.897	*
42-1100	$F(X)=27.3+651/X$	.884	*
42-2300	$F(X)=32.0+327/X$	.917	*
42-2700	$F(X)=28.5+371/X$	.904	*
kaikki hav.	$F(X)=30.8+310/X$	.721	***
41-1000 leikkaus	$F(X)=33.6+817/X$	.909	*
41-1100	$F(X)=40.1+433/X$	.848	-
kaikki hav.	$F(X)=36.9+625/X$	.848	**
41-0800 peltoaukea	$F(X)=17.4+999/X$	.993	***
41-1800 metsä	$F(X)=60.8 \cdot e^{(-1.59 \cdot 10^{-3} \cdot X)}$	.873	-
41-2700	$F(X)=44.6+476/X$	.865	-
42-1800	$F(X)=86.0 \cdot X^{-.177}$	.742	-
kaikki hav.	$F(X)=88.1 \cdot \ln(X)+(-8.93)$	.640	*

TUTKIMUSTULOSTEN RIIPPUVUUTTA ETÄISYYDESTÄ KUVAAVA YHTÄLÖ,  
SITÄ KOSKEVA KORRELAATIO JA TILASTOLLINEN MERKITSEVYYS  
LINJOITTAIN

TIEOSUUS 00054-(017-018) *Jävelä*

Lyijy

linja	funktio	korr.kerroin	merkitsevyys
41-0100 perust.	$F(X) = .301 + 9.34/X$	.978	**
41-0300	$F(X) = 3.73 * X^{-.512}$	.991	**
41-2300	$F(X) = .321 + 6.93/X$	.984	**
42-0150	$F(X) = .361 + 8.25/X$	.965	**
52-0800	$F(X) = .279 + 4.63/X$	.991	**
42-1000	$F(X) = .283 + 12.0/X$	.988	**
42-1100	$F(X) = .249 + 16.8/X$	.977	**
42-2300	$F(X) = .333 + 6.22/X$	.953	*
42-2700	$F(X) = .319 + 8.07/X$	.990	**
kaikki hav.	$F(X) = .300 + 9.11/X$	.880	***
41-1000 leikkaus	$F(X) = .086 + 23.9/X$	.977	**
41-1100	$F(X) = .213 + 18.6/X$	.962	**
kaikki hav.	$F(X) = .150 + 21.2/X$	.963	***
41-0800 peltoaukea	$F(X) = 3.07 * X^{-.479}$	.998	***
41-1800 metsä	$F(X) = .799 * e^{(-3.17 * 10^{-3} * X)}$	.933	*
41-2700	$F(X) = .268 + 14.1/X$	.994	***
42-1800	$F(X) = .317 + 13.7/X$	.997	***
kaikki hav.	$F(X) = 3.23 * X^{-.414}$	.928	***



TUTKIMUSTULOSTEN RIIPPUVUUTTA ETÄISYYDESTÄ KUVAAVA YHTÄLÖ,  
SITÄ KOSKEVA KORRELAATIO JA TILASTOLLINEN MERKITSEVYYS  
LINJOITTAIN

TIEOSUUS 00295-003 *Marthila*

pH				
linja	funktio	korr.kerroin	merkitsevyys	
51-1600 perust.	$F(X) = 4.92 + 7.57/X$	.901	*	
51-1800	$F(X) = 4.49 + 4.81/X$	.961	**	
51-2800	$F(X) = 4.72 + (-2.40)/X$	.820	-	
51-2900	$F(X) = 4.59 + 2.65/X$	.629	-	
52-1600	$F(X) = 5.91 * X^{-.042}$	.840	-	
52-1800	$F(X) = 4.59 * e^{(-2.38 \cdot 10^{-4} * X)}$	.737	-	
52-2800	$F(X) = 5.31 + (-5.49)/X$	.464	-	
52-2900	$F(X) = 4.59 + .746/X$	.347	-	
52-3100	$F(X) = 4.60 + 11.5/X$	.832	-	
kaikki hav.	$F(X) = 4.73 + 2.77/X$	.269	-	
51-1200 penger	$F(X) = 5.33 + (-1.54)/X$	.292	-	
51-2150 peltoaukea	$F(X) = 5.30 * e^{(2.30 \cdot 10^{-4} * X)}$	.282	-	
51-2050 puusto- kaistale	$F(X) = 4.57 + 14.2/X$	.751	-	
52-2000	$F(X) = 5.04 + 4.14/X$	.291	-	
kaikki hav.	$F(X) = 4.80 + 9.18/X$	.545	-	
51-900 metsä	$F(X) = 5.12 + (-2.44)/X$	.339	-	
52-900	$F(X) = 5.28 * e^{(-3.67 \cdot 10^{-4} * X)}$	.527	-	
kaikki hav.	$F(X) = 5.17 * e^{(-2.27 \cdot 10^{-4} * X)}$	.358	-	

TUTKIMUSTULOSTEN RIIPPUVUUTTA ETÄISYYDESTÄ KUVAAVA YHTÄLÖ,  
SITÄ KOSKEVA KORRELAATIO JA TILASTOLLINEN MERKITSEVYYS  
LINJOITTAIN

TIEOSUUS 00295-003

*Maattila*

## Sähkönjohtavuus

linja	funktio	korr.kerroin	merkitsevyys
51-1600 perust.	$F(X) = 1.58 + 12.0/X$	.933	*
51-1800	$F(X) = 2.17 + 11.8/X$	.983	**
51-2800	$F(X) = 4.23 * X^{-.160}$	.965	**
51-2900	$F(X) = 3.52 * \ln(X) + (-.255)$	.731	-
52-1600	$F(X) = 1.72 * e^{(1.94 * 10^{-3} * X)}$	.691	-
52-1800	$F(X) = 2.43 + 3.66/X$	.376	-
52-2800	$F(X) = 1.89 * e^{(-6.77 * 10^{-4} * X)}$	.438	-
52-2900	$F(X) = 2.08 + 5.31/X$	.765	-
52-3100	$F(X) = 2.06 + (-3.94)/X$	.414	-
kaikki hav.	$F(X) = 2.04 + 5.37/X$	.395	**
51-1200 penger	$F(X) = 1.51 * e^{(8.22 * 10^{-4} * X)}$	.529	-
51-2150 peltoaukea	$F(X) = 2.30 * \ln(X) + (-.139)$	.829	-
51-2050 puusto- kaistale	$F(X) = 2.54 + (-5.83)/X$	.308	-
52-2000	$F(X) = -.432 + 143/X$	.955	*
kaikki hav.	$F(X) = 1.06 + 68.8/X$	.616	-
51-900 metsä	$F(X) = 2.44 + 3.97/X$	.418	-
52-900	$F(X) = 1.83 * e^{(1.54 * 10^{-3} * X)}$	.911	*
kaikki hav.	$F(X) = 2.17 * e^{(7.19 * 10^{-4} * X)}$	.362	-



TUTKIMUSTULOSTEN RIIPPUVUUTTA ETÄISYYDESTÄ KUVAAVA YHTÄLÖ,  
SITÄ KOSKEVA KORRELAATIO JA TILASTOLLINEN MERKITSEVYYS  
LINJOITTAIN

TIEOSUUS 00295-003

*Maattila*

## Kloridi

linja	funktio	korr.kerroin	merkitsevyys
51-1600 perust.	$F(X) = 18.2 + 1240/X$	.969	**
51-1800	$F(X) = 11.7 + 1500/X$	.974	**
51-2800	$F(X) = 18.2 + 862/X$	.957	*
51-2900	$F(X) = 284 * X^{-.400}$	.948	*
52-1600	$F(X) = 24.2 + 902/X$	.967	**
52-1800	$F(X) = 29.6 + 936/X$	.957	*
52-2800	$F(X) = 28.0 + 438/X$	.895	*
52-2900	$F(X) = 22.7 + 745/X$	.982	**
52-3100	$F(X) = 34.2 + 350/X$	.948	*
kaikki hav.	$F(X) = 25.0 + 865/X$	.869	***
51-1200 penger	$F(X) = 67.1 * \ln(X) + (-7.39)$	.765	-
51-2150 peltoaukea	$F(X) = 26.0 + 505/X$	.926	*
51-2050 puusto- kaistale	$F(X) = 28.3 + 245/X$	.797	-
52-2000	$F(X) = -268 + 18900/X$	.936	*
kaikki hav.	$F(X) = -120 + 9590/X$	.632	-
51-900 metsä	$F(X) = 38.5 * e^{(-1.31 * 10^{-3} * X)}$	.721	-
52-900	$F(X) = 27.2 + 328/X$	.874	-
kaikki hav.	$F(X) = 29.7 + 201/X$	.688	*

TUTKIMUSTULOSTEN RIIPPUVUUTTA ETÄISYYDESTÄ KUVAAVA YHTÄLÖ,  
SITÄ KOSKEVA KORRELAATIO JA TILASTOLLINEN MERKITSEVYYS  
LINJOITTAIN

TIEOSUUS 00295-003

*Marittila*

## Sulfaatti

linja	funktio	korr.kerroin	merkitsevyys
51-1600 perust.	$F(X) = 44.1 + 170/X$	.723	-
51-1800	$F(X) = 35.6 * e^{(1.27 \cdot 10^{-3} * X)}$	.614	-
51-2800	$F(X) = 67.9 * e^{(-2.21 \cdot 10^{-3} * X)}$	.802	-
51-2900	$F(X) = 57.7 + (-26.9)/X$	.236	-
52-1600	$F(X) = 47.0 * e^{(2.17 \cdot 10^{-3} * X)}$	.671	-
52-1800	$F(X) = 52.0 * e^{(8.66 \cdot 10^{-4} * X)}$	.380	-
52-2800	$F(X) = 39.1 + 175/X$	.886	*
52-2900	$F(X) = 53.1 * e^{(-1.72 \cdot 10^{-3} * X)}$	.874	-
52-3100	$F(X) = 53.6 * e^{(-1.72 \cdot 10^{-3} * X)}$	.887	*
kaikki hav.	$F(X) = 47.4 + 105/X$	.304	*
51-1200 penger	$F(X) = 46.0 * e^{(7.21 \cdot 10^{-4} * X)}$	.275	-
51-2150 peltoaukea	$F(X) = 68.8 * e^{(-1.76 \cdot 10^{-3} * X)}$	.775	-
51-2050 puusto- kaistale	$F(X) = 71.0 * e^{(-1.47 \cdot 10^{-3} * X)}$	.424	-
52-2000	$F(X) = 42.3 + 1060/X$	.910	*
kaikki hav.	$F(X) = 51.5 + 603/X$	.629	-
51-900 metsä	$F(X) = 73.9 * e^{(-2.05 \cdot 10^{-3} * X)}$	.593	-
52-900	$F(X) = 42.5 * e^{(2.62 \cdot 10^{-3} * X)}$	.936	*
kaikki hav.	$F(X) = 62.2 + (-63.5)/X$	.113	-



TUTKIMUSTULOSTEN RIIPPUVUUTTA ETÄISYYDESTÄ KUVAAVA YHTÄLÖ,  
SITÄ KOSKEVA KORRELAATIO JA TILASTOLLINEN MERKITSEVYYS  
LINJOITTAIN

TIEOSUUS 00295-003 *Marthola*

Lyijy

linja	funktio	korr.kerroin	merkitsevyys
51-1600 perust.	$F(X) = .329 + 5.44/X$	.960	**
51-1800	$F(X) = .294 + 2.11/X$	.839	-
51-2800	$F(X) = .292 + 6.85/X$	.962	**
51-2900	$F(X) = 1.22 * X^{-.209}$	.952	*
52-1600	$F(X) = .408 + 2.69/X$	.638	-
52-1800	$F(X) = .365 + 4.17/X$	.964	**
52-2800	$F(X) = .320 + 2.75/X$	.856	-
52-2900	$F(X) = .330 + 4.88/X$	.990	**
52-3100	$F(X) = .862 * \ln(X) + (-.099)$	.841	-
kaikki hav.	$F(X) = .350 + 3.90/X$	.805	***
51-1200 penger	$F(X) = .381 + 3.32/X$	.809	-
51-2150 peltoaukea	$F(X) = .358 + 5.35/X$	.943	*
51-2050 puusto- kaistale	$F(X) = .358 + 7.58/X$	.874	-
52-2000	$F(X) = .188 + 17.6/X$	.938	*
kaikki hav.	$F(X) = .273 + 12.6/X$	.848	**
51-900 metsä	$F(X) = .302 + 1.32/X$	.780	-
52-900	$F(X) = .418 + 5.39/X$	.950	*
kaikki hav.	$F(X) = .360 + 3.36/X$	.600	-

TUTKIMUSTULOSTEN RIIPPUVUUTTA ETÄISYYDESTÄ KUVAAVA YHTÄLÖ,  
SITÄ KOSKEVA KORRELAATIO JA TILASTOLLINEN MERKITSEVYYS  
LINJOITTAIN

TIEOSUUS 00295-003 *Maattila*

Kokonaistyyppi

linja	funktio	korr.kerroin	merkitsevyys
51-1600 perust.	$F(X) = 28.6 + 69.0/X$	.642	-
51-1800	$F(X) = 15.5 \cdot \ln(X) + 1.35$	.537	-
51-2800	$F(X) = 18.5 + 135/X$	.942	*
51-2900	$F(X) = 21.2 + (-52.7)/X$	.760	-
52-1600	$F(X) = 22.8 \cdot e^{(1.70 \cdot 10^{-3} \cdot X)}$	.509	-
52-1800	$F(X) = 23.9 \cdot e^{(1.14 \cdot 10^{-3} \cdot X)}$	.834	-
52-2800	$F(X) = 27.7 + (-59.5)/X$	.379	-
52-2900	$F(X) = 19.4 + 11.0/X$	.079	-
52-3100	$F(X) = 19.5 + 268/X$	.958	*
kaikki hav.	$F(X) = 23.3 + 42.5/X$	.217	-
51-1200 penger	$F(X) = 24.4 + 139/X$	.904	*
51-2150 peltoaukea	$F(X) = 27.3 \cdot e^{(1.01 \cdot 10^{-3} \cdot X)}$	.344	-
51-2050 puusto- kaistale	$F(X) = 21.9 + 100/X$	.539	-
52-2000	$F(X) = 13.3 \cdot X^{.211}$	.604	-
kaikki hav.	$F(X) = 20.9 \cdot \ln(X) + 2.11$	.189	-
51-900 metsä	$F(X) = 28.1 \cdot e^{(-1.09 \cdot 10^{-3} \cdot X)}$	.375	-
52-900	$F(X) = 27.5 + (-70.6)/X$	.586	-
kaikki hav.	$F(X) = 27.7 + (-58.4)/X$	.357	-



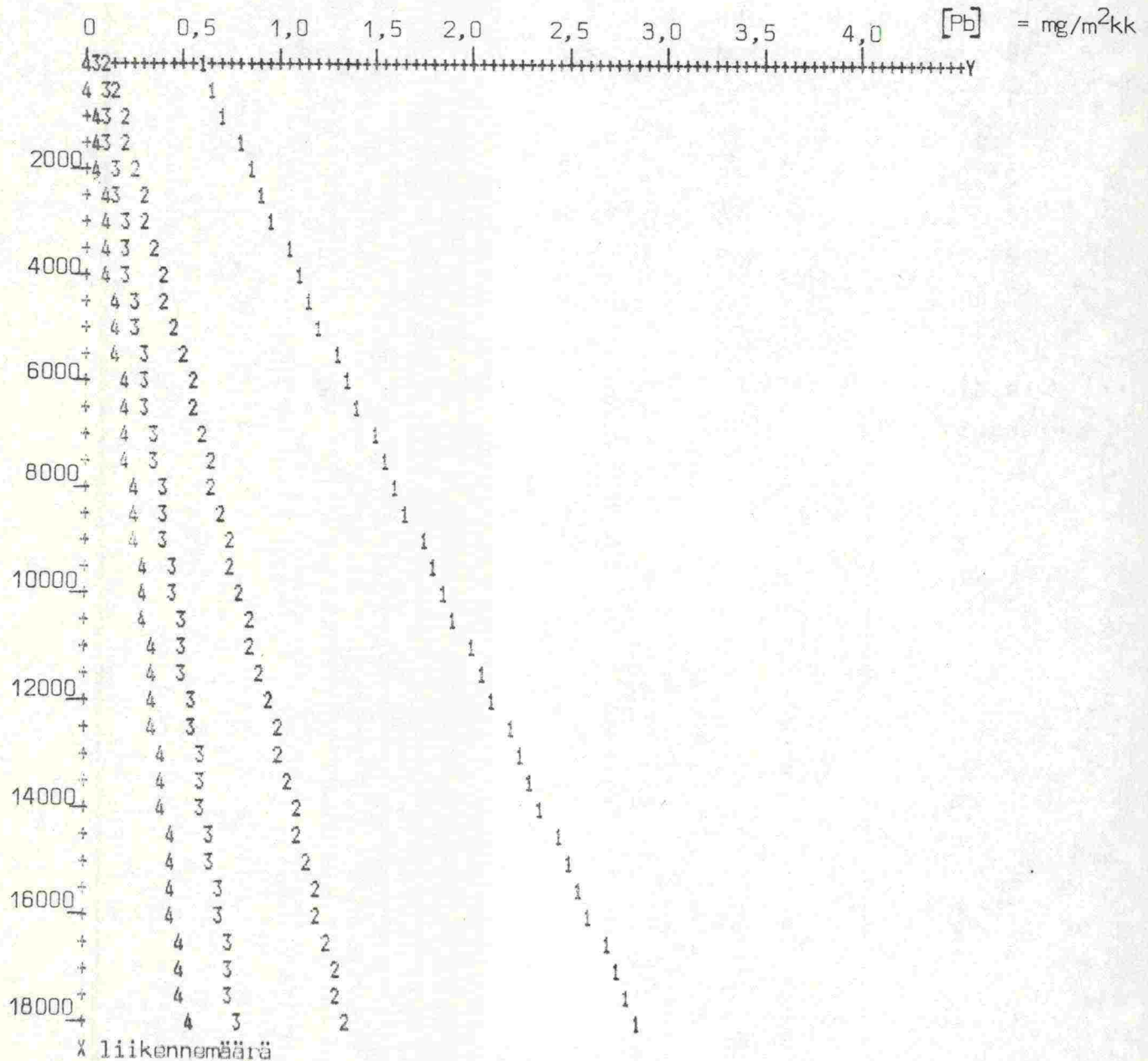
## TIE- JA VESIRAKENNUSHALLITUS

## TIELIIKENTEEN YMPARISTOVAIKUTUS

AIKA: TALVI 1981-1982  
 PAIKKA: KEIMOLA, KLAUKKALA,  
 LEVANTO, JARVELA,  
 MARTTILA  
 HAVAINTOJEN LKM: 159  
 MAARITYS: LYIJY

## FUNKTIOIDEN KUVAAJAT

## PERUSTAPAUSSALUEET



MERKKIEN SELITYS: 1 = 10 M TUESTA  
 2 = 25 M TUESTA  
 3 = 50 M TUESTA  
 4 = 100 M TUESTA

## FUNKTIO:

X = .588+1.27E-04\*X  
 X = .114+6.91E-05\*X  
 X = .059+4.04E-05\*X  
 X = 5.51E-03+2.92E-05\*X

## NÄYTTEIDEN VESIOSIEN PAH-PITOISUUDET ng/l

linja	etäisyys (m)	fluoran- teeni	bentso(b)- fluoran- teeni	bentso(k)- fluoran- teeni	bentso(a)- pyreeni	bentso(ghi)- peryleeni
11-000	10	0	0	0	0	0
11-4400	10	50	31,0	10,00	60	0
11-4400	50	70	25,0	10,80	20	100
11-4400	250	0	0	0	0	0
11-4400	500	30	8,0	1,90	0	0
12-000	10	60	28,0	11,60	30	0
12-3300	10	70	14,0	4,90	50	0
12-4400	50	80	17,0	6,20	30	0
12-4400	250	60	12,0	4,10	0	0
12-4400	500	50	9,0	4,10	0	0
tausta 1		0	0	0	0	0
tausta 42		0	0	0	0	0



NÄYTTEIDEN SAKKOJEN PAH-PITOISUUDET LASKETTUNA ng/1  
VETÄ KOHTI

linja	etäisyys (m)	fluoran- teeni	bentso(b)- fluoran- teeni	bentso(k)- fluoran- teeni	bentso(a)- pyreeni	bentso(ghi)- peryleeni
11-000	10	554	42	13	0	0
11-4400	10	406	32	5	0	0
11-4400	50	922	105	53	0	0
11-4400	250	480	10	5	0	0
11-4400	500	627	21	3	0	0
12-000	10	664	42	21	0	0
12-4400	10	0	0	0	0	0
12-4400	50	520	21	5	0	0
12-4400	250	664	21	3	0	0
12-4400	500	332	0	0	0	0
tausta 42		480	0	0	0	0
tausta 1		221	0	0	0	0

PAH-LASKEUMA ( $\mu\text{gPAH}/\text{m}^2/\text{kk}$ )

linja	etäisyys	$\mu\text{gPAH}/\text{m}^2/\text{kk}$
11-0000	10	24,3
11-4400	10	25,3
11-4400	50	57,0
11-4400	250	22,1
11-4400	500	28,1
12-0000	10	44,6
12-4400	10	5,8
12-4400	50	32,5
12-4400	250	40,3
12-4400	500	22,3
tausta 1		11,0
tausta 42		13,7



ISBN-951-46-5588-5